

Bergbahnen der Schweiz bis 1900

E. Strub

Switzerland

Die

Drahtseilbahnen

der

Schweiz.

Ergebnisse einer auf Veranlassung des Kaiserlichen Ministeriums für Elsass-Lothringen unternommenen Studienreise.

Von

K. Walloth,
Kaiserlicher Regierungs- und Baurath in Colmar.

Quart. Mit einem Atlas von 10 lithographirten Tafeln.

In Mappe. — Preis 11 Mark.

Inhalts-Verzeichniss.

Dieses Werk enthält ausführlichere, durch eingehende bildliche Darstellungen erläuterte Mittheilungen über **Baukosten — Motoren — Richtung und Längenprofile — Wasserverbrauch — Gleiseinrichtung und -Construction — Ausweichen — Zahnleiterstange — Oberbau — Kunstbauten — Zugseil — Wagen — Bremsen — Betriebswasser — Hochbauten — Erbauer — Personal — Betriebsergebnisse etc.** der besichtigten Drahtseilbahnen und bietet damit den Technikern ein direkt für die Praxis verwerthbares Material bei Neuanlage derartiger Bahnen.

BERGBAHNEN DER SCHWEIZ

bis 1900.

I. DRAHTSEILBAHNEN.

VON

E. STRUB

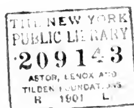
INGENIEUR IN CLARENS-MONTREUX.

MIT ALLEN LÄNGENPROFILEN, TABELLEN ÜBER DIE HAUPTVERHÄLTNISSE, 61 TEXTABBILDUNGEN UND 8 TAFELN IN AUTOTYPIE.

WIESBADEN

VERLAG VON J. F. BERGMANN

1900.



Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

Inhalt.

Bergbahnen der Schweiz bis 1900.

Von **E. Strub**, Montreux.

Einleitung.

Vorliegende Arbeit ist in erster Linie für den Fachmann bestimmt und soll ihm in gedrängter Form alle wichtigen Stufen der Entwicklung des Bergbahnwesens der Schweiz vorführen und ihm so durch eine praktische Uebersicht das Studium der Bergbahntechnik von seinen Anfängen bis zum heutigen Stand derselben erleichtern*).

Aber auch für den Nichtfachmann dürfte es vielleicht nicht ohne Interesse sein, einen Einblick in die eigenthümliche Art geistiger Arbeit zu gewinnen, die die treibende Ursache der zu Tage tretenden Umwerthung des culturellen und volkswirthschaftlichen Lebens bildet, die in erster Linie die Eisenbahnen grossen Stils, in zweiter und in beschränkterm Umfange die kleinern Verbindungs- und Luxusbahnen verschulden. Ein enormer Zuwachs an Reichthum, Lebensgenuss, Sicherheit, an Mitteln des industriellen und geselligen Verkehrs wie an politischer Macht, ist den Nationen daraus erwachsen und eine frische Zugluft neuen geistigen Lebens dringt von übervölkerten Städten in die Landschaft bis hinauf in die vordem klösterlich abgeschiedene Alpenwelt. So ist die Technik, diese rein praktische Wissenschaft, wenn auch nicht selber ein höheres Geistesleben producirend, doch die Vermittlerin desselben und man wird, den Fortschritten unserer Kultur nachgehend, zugleich fragen müssen, wie weit ebenda mit Hülfe der Naturwissenschaft die undisciplinirten Kräfte der Erde dem Menschen dienstbar gemacht worden sind. — Indem sie mit ihren tausendfach gestalteten Maschinen dem Industriellen seine primitive eintönige Arbeit abnimmt oder erleichtert und dessen Produkte dem vorher ganz auf seine Erzeugnisse angewiesenen Landmann in bequemer Auswahl vorführt, andererseits s e i n e n Ueberfluſs in die immer bedürftigen Städte abführt, schafft sie auf beiden Seiten sicheren Wohlstand und die daraus folgende Muſse für idealere Interessen. In ihren höheren Zwecken bietet sie dem Menschen die Möglichkeit seinem Wissensdurst nachgeben zu können; er wird, Berge durchbohrend, Nationen verbinden und an ihrer speciellen Eigenart innigen Antheil nehmen oder vergleichende Kritik ausüben, er wird, in die Erdtiefe hinabsteigend, Reichthum an Materialien wie an Kenntnissen der Existenzbedingungen unseres Planeten heraufbringen und, in die Lüfte fahrend, seinen Ueberblick vervollständigen. Wichtige Ereignisse werden mit Blitzesschnelle um die Erde gesandt, und die trüben Zeiten religiöser und politischer Erstarrung oder Reaction werden vorüber sein, dank der ausgleichenden, auf reale Basis gestellten praktischen Wissenschaften und ihrer Energiefähigkeit, auf die Menschen als unendlich mit allen Interessen verknüpfte Macht beruhigend und aufklärend zu wirken.

---

*) Bei den ununterbrochen und rasch folgenden Neuerungen wird es immer schwieriger, alle einschlagenden Materien zu beherrschen. Die zur Hand befindlichen Auskunftsmittel sind ungenügend und Specialwerke, mit deren Hilfe eine Orientirung möglich würde, bestehen nicht. Mit Rücksicht hierauf ist diese Arbeit entstanden, die für alle Fälle Auskunft in gedrängter Kürze zu geben bestrebt ist.

Auf ein beschränkteres Gebiet angewiesen, vom grofsen Verkehrsleben wenig berührt, ist einem kleinen Zweig derselben, der Bergbahntechnik, eine andere Bedeutung zuerkannt.

Obwohl gerade sie in den Alpenländern einen tief einschneidenden Einflufs ausübt, ist doch nicht zu verkennen, dafs dabei nicht die Rücksicht auf die Interessen einer so spärlich vertretenen Bevölkerung die Ursache eines so ausgedehnten und mit so ungeheueren Kosten ausgeführten Netzes von Eisenbahnen sein kann. Bergbahnen sind nicht der Ausdruck eines aufs Allgemeine gerichteten Willens, sondern sie entspringen einem tiefgefühlten Bedürfniss unserer Zeit, dem Einzelnen Erleichterung und Erholung zu verschaffen. Ein richtiges Erfassen menschlicher Existenzbedingungen mehr wie rein künstlerische Freude an der Natur ist die Erklärung der enormen Völkerwanderung, wie sie sich alljährlich von den Städten in die Landschaft ergiefst. Die Bergbahntechnik ebnet diesem Zug der Zeit die Wege und ungezählte Massen, müde gelebt in städtischem Geschäftsgetriebe und Geselligkeit, vom Frühjahr bis Herbst eine immer steigende Fluth darstellend, erfahren in den Sommerfrischen den Segen einfachen natürlichen Lebens. Hier, vom Zauber der Natur umfangen, deren nie versagende Schönheit dem Auge offen darliegt, gelingt es wohl manchem, in ihr die beste Trösterin für jedes Unheil zu erblicken, da sie nach starren vorgeschriebenen Gesetzen ihre Bahnen abmessend ihn erinnert, sich nicht als ein zu wichtiges Problem in dem räthselhaften Zusammenhang waltender Naturkräfte zu betrachten. Er wird erfrischt und ermuthigt mit intensiverer Thätigkeit seinen Pflichten leben können, dem Bergbahntechniker aber, während er als Pionier vordringt in die entlegensten Alpenthäler bis zu den unwirthlichen Stätten ewiger Erstarrung, wo fortdauernd Eis und Schnee dem Wechsel der Zeiten trotzen und schweigsame erhabene Einsamkeit über den gigantisch aufgethürmten Gebirgsformationen lagert, wird sehend und und geniessend, oder mit den Gefahren der Wildniss kämpfend, die Freude zu Theil, gleich dem antiken Menschen die Erde in ihrer ebenso schönen und grossartigen wie rücksichtslosen und gefährlichen Weise als ein ihm zugehöriges Ganzes persönlich in seinen Wirkungen zu empfinden.

Die Kräfte der Erde durch directe Umwandlung der aufgespeicherten Wärme in mechanische Arbeit dem Menschen zu erschliessen und die in der Kohle angehäufte Wärme in ihren Urzustand zurückzubringen, damit sie sich wieder als Kraft und Arbeit bethätige, ist, wie die Disciplinirung des Dampfes, die wiederum ermöglichte die Kraft zu vertheilen, einerseits durch Verbesserung der Transportmittel, anderseits eben durch die directe Uebertragung, eine Errungenschaft dieses Jahrhunderts. Vergeblich schaut man heute nach dem Gipfel der Entwicklung und doch lehrt die Erfahrung, dass wie bei allem Menschenwerk ein solcher vorhanden sein muss. Sicher ist, dass der weitere Ausbau des Eisenbahnwesens die Kräfte der Berufsgenossen in noch schärferm Mafse in Anspruch nehmen wird, als es bisher bereits der Fall gewesen ist, denn die Vielfältigkeit der Interessen, welche die Eisenbahnen vermitteln, wächst beständig. Mit dieser Thatsache zu rechnen ist eine Pflicht, deren die Angehörigen des Eisenbahnfaches sich dauernd bewusst sein müssen.

Bei Schaffung des Bahnnetzes folgten die grossen Linien den grossen Thälern, die wegen der Regelmässigkeit ihres Verlaufes und andern günstigen Ursachen stets den Handelsverkehr in ihre Richtung gezogen haben. Mit der Entwicklung des Netzes aber verzweigten sich bald die Eisenbahnen um diese Hauptadern: sie stiegen windungsreiche Nebenthäler empor, erkletterten die Höhen, überschritten die Wasserscheiden oder durchbohrten Bergwälle. Die Adhäsion, d. i. die nützliche zur Fortbewegung nöthige Reibung zwischen den Lokomotiv-Triebrädern und den Laufschienen genügte auf stärkeren Steigungen

bald nicht mehr und die gebräuchlichen Maschinen zeigten sich unfähig, die ihnen auferlegte Lasten zu ziehen. Die Ingenieure versuchten diese Schwierigkeit durch Vermehrung des Gewichtes und der Biegsamkeit des Zugmittels oder durch Verwendung einer glatten Mittelschiene zu besiegen. Von der glatten Mittelschiene zur gezahnten Schiene war nur ein Schritt und nachdem dieser Schritt gethan, kam man zu der bis heute einzig praktischen Lösung, der Zahnstange.

Kleinere Höhen wurden mit Seilbahnen, grössere Höhenunterschiede mit reinen Zahnradbahnen und steile unregelmässige Gebirgsthäler, Bergwälle und Wasserscheiden, im Auslande ausserdem die durch Küsten und Landstriche getrennten Gebirgszüge mit dem combinirten Zahnstangensystem, kurzweg gemischtem System, bezwungen und dieser Theilung der Bergbahnen folgen wir nun.

I. Drahtseilbahnen.

Geschichtliche Entwickelung.

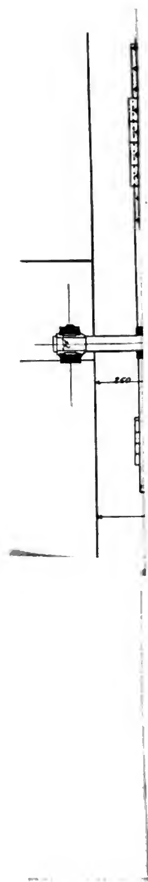
Wie in den meisten Fällen wo eine neue Basis geschaffen werden muss, anfänglich Constructionen der verschiedensten Art entstehen, weichen auch die Anlagen der Seilbahnen namhaft von einander ab. Unablässiges Arbeiten an der Ausnutzung gemachter Erfahrungen und der Vervollkommnung der Systeme, wie auch rechtzeitige Prüfung und Verwerthung der im Betriebe vorgekommenen abnormalen Erscheinungen, führten nach und nach zu den heutigen Typen mit ihren nahezu einwandfreien Constructionen, die uns, begleitet von den genauen Vorschriften und Untersuchungen der Behörden, eine Sicherheit im Betriebe gewährleisten, die den Sicherheitsgrad von Adhäsionsbahnen, soweit sich hier eine Parallele ziehen lässt, entschieden übertrifft. Diese ungewöhnliche Sicherheit lässt sich im Wesentlichen zurückführen auf erprobte Zuverlässigkeit des Kabels, geringe Fahrgeschwindigkeit, zuverlässige Bremsen, einfachen Betrieb und auf die kurzen, einfachen, somit leicht zu unterhaltenden Bahnanlagen. Diesen günstigen Verhältnissen, nebst der leichten Erwerbung von Concessionen, verdankt man offenbar einen Theil des starken Aufschwungs unserer Seilbahnen. Es kommt dazu die wirthschaftliche Rentabilität derselben, die geringen Bau- und Betriebskosten, wie auch die besonderen Annehmlichkeiten im Betrieb, als da sind: Vermeidung von Belästigung durch Rauch und Dampf und geräuschlose ruhige Fahrt. Es diene als Beleg für erstere Angaben die Thatsache, dass seit der vor 23 Jahren in Lausanne gebauten Seilbahn 27 neu entstanden sind, auf denen niemals ein ernstlicher Unfall vorgekommen ist und von denen nur 4 keine befriedigende Rendite abwerfen. Im weiteren lassen sich die Seilbahnen dem Terrain verhältnissmässig gut anpassen: sie überwinden in der Schweiz Höhenunterschiede von 30 m bis zu 1400 m, verbinden Ortschaften, Bahnen u. Schiffstationen mit höher gelegenen Kurorten und Aussichtspunkten, ebenso die Quartiere hügeliger Stadttheile, fast jedesmal eigenartige Constructionen eines Bahnbestandtheiles erfordernd. In allen Fällen aber haben die Seilbahnen das einfachste System der direkten Seilleitung, bei der stets der absteigende Wagen zum Aufziehen des aufsteigenden mit verwendet wird und als Betriebskraft Wasserlast oder ein Motor dient, von wo aus das Seil nach beiden Richtungen bewegt werden kann, indem eine oder mehrere Treibrollen des Motors von dem Seil eigenartig umschlungen werden. Im Auslande sind die Anstalten, Bergbahnen mit Seilbetrieb einzuführen, ältern Datums, denn schon vor 30 Jahren wurden dieselben auf Normalbahnen an steilen Strecken ausgeführt, wie bei Elberfeld, Lüttich u. s. w.

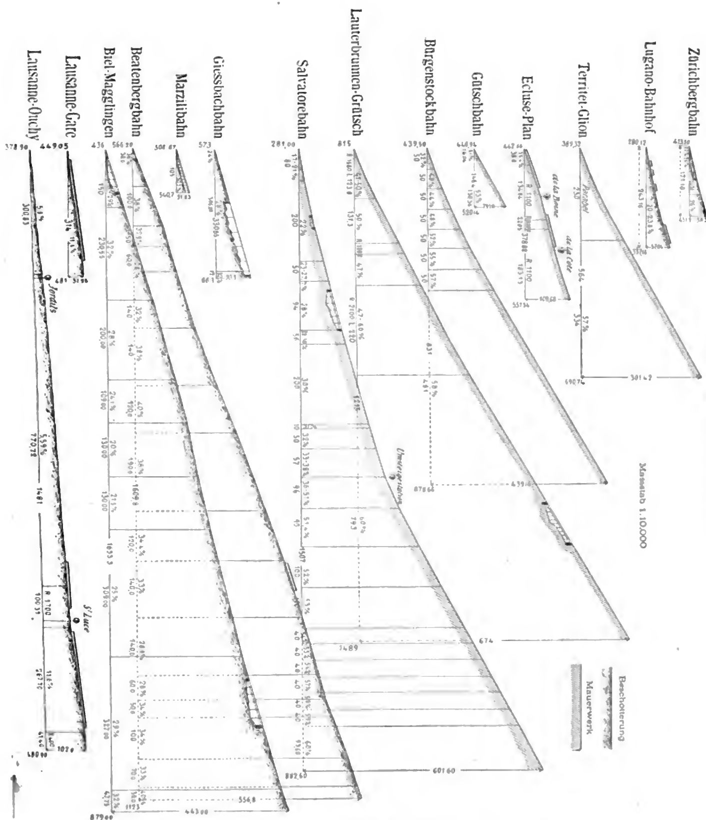
Allmählich ersetzte die Lokomotive die Triebkraft, doch hat man später durch andere Anwendungsweise Seilbetrieb wieder eingeführt, so auf Madeira und bei Turin (System Agudio). Sodann besteht die Ofener Seilbahn mit 62 % Steigung und 80 m Horizontallänge seit 1869, ferner die 725 m lange und 34 % steile Seilbahn auf den Leopoldsberg bei Wien seit 1873, die Croix-Rousse-Bahn bei Lyon von 489 m Länge und 16 % Steigung seit 1876, die Seilbahn bei Pittsburg in Amerika von 192 m Länge und 58 % Steigung, seit 1879, zuletzt die Vesuvbahn mit 820 m Länge und 66 % Steigung vom Jahre 1880. Alle diese 5 Bahnen haben Dampfbetrieb ohne Zahnstange, die Ofener- und Vesuvbahn mit Motor in der untern, die übrigen Bahnen in der obern Station und Trommeln, auf denen das Seil auf- und abgewunden wird, während es bei den schweizerischen Bahnen nur auf Rollen läuft. Eine weitere Verbreitung im Ausland hat das Kabel für den Strassentrambetrieb, in einzelnen Fällen auch für Luftbahnbetrieb gefunden.

In der Schweiz ist das Seilbahnwesen zu noch höherer Entwicklung gelangt als in irgend einem anderen Lande. Seine bewährten Constructionen finden auch im Auslande immermehr Anerkennung. Heute zählen wir über 40 Anlagen in allen Landestheilen, die von den musterhaft geleiteten Fabriken: der Maschinenfabrik und nachherigen Giesserei Bern, der Maschinenfabrik Bell & Cie. in Kriens und der Lokomotivfabrik in Winterthur geliefert worden sind, von denen jede neues und treffliches geleistet hat und heute noch leistet. Als Vorbild der ältesten, von allen übrigen Bahnen der Schweiz in Bau- und Betriebsart abweichenden Linie Lausanne-Ouchy diente die für Dampfbetrieb construirte vierschienige Croix-Rousse-Bahn in Lyon. Zu dieser ersten schweiz. Seilbahn lieferte Bell & Cie. in Kriens die maschinelle Einrichtung und die von Riggenbach geleitete Maschinenfabrik in Aarau die Wagen mit automatischen Schlittenbremsen. Der ungewöhnliche Erfolg der Rigibahn verschaffte damals so viele Aufträge, dass im Jahre 1873 die internationale Gesellschaft für Bergbahnen mit Sitz in Aarau gebildet wurde. Die Leitung der nach den neuesten Fortschritten erbauten Maschinenfabrik, in welcher die Arth-Rigi= Rorschach-Heiden = Rigi-Scheidegg = Lausanne-Ouchy = und Giessbach-Bahn entstand, übernahmen Riggenbach und Zschokke. Die von diesen neuen Linien gehegten Erwartungen blieben aber vollständig aus und die Vitznau-Rigibahn allein erwies sich damals als rentabel. Ueberdies verhinderte den erhofften Erfolg die bekannte Geschäftskrisis, aber auch die Entwicklung und Anpassung der Systeme erfolgte nicht so rasch, dass eine Fabrik für einige hundert Arbeiter dauernde Beschäftigung gefunden hätte. Die Bergbahngesellschaft löste sich im Jahre 1880 auf und seither liefern die verschiedenen schweizer Fabriken die Bergbahnen.

Fast gleichzeitig mit der Lausanne-Ouchybahn lieferten Bell & Cie. die Seilbahn für die Walliser Marmorbrüche bei Saillon. Diese hat bei 920 m Länge und 80 cm Spurweite die enorme Steigung von 80 % und fördert Blöcke bis zu 15 000 kg zu Thal. In zweckmässiger Ausführung finden wir da schon eine zweischienige Gleisanlage ohne Zahnstange mit automatischer Ausweichung. Der Unterbau besteht aus einer Trockenmauer von 2 m Kronenbreite in welcher die Holzschwellen eingebettet liegen. In der oberen Station steht die dreirinnige und mit Zahnkranz versehene 2,2 m grosse Umleitrolle mit einem Bremsvorgelege in Verbindung und dieses zur Ermöglichung gleichmässiger Fahrtregulirung mit einem, Luftwiderstand gebenden Schaufelrad. (Fig. 1—6.)

Die bald nach der Lausanne-Ouchybahn gebaute Giessbachbahn ist die erste schweizerische Seilbahn mit Wasserübergewicht deren günstige Verhältnisse, wenn man von der damaligen mangelhaften Ausweichung und den ungenügenden automatischen Bremsen absieht, der


200

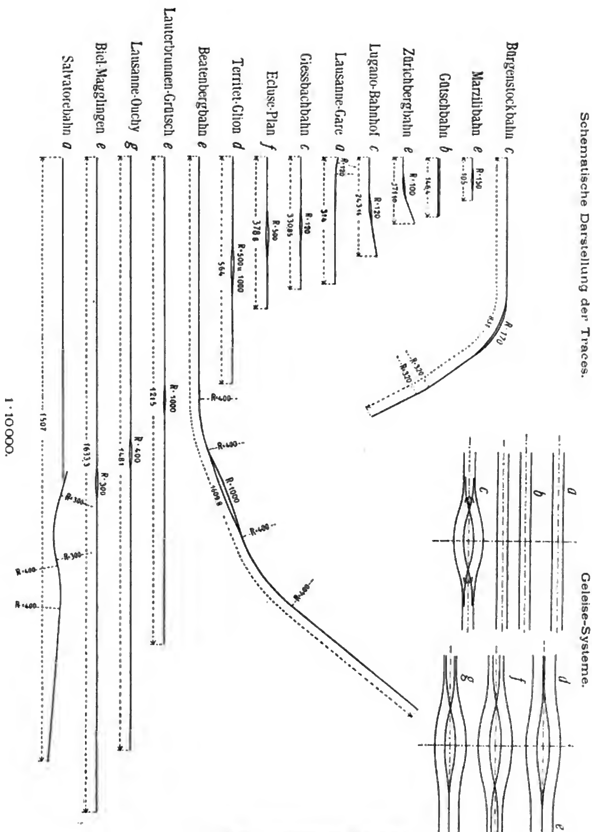


Clichés aus „Schweizerische Bauzeitung“.

Baulust einen neuen Aufschwung gaben. Der nachfolgende Prüfstein, die Territet-Glionbahn, mit ihren vielen eigenartigen aber grösstentheils auch nicht nachahmenswerthen Constructionen hat die Grenze, die der Steigung und Anwendung des Wasserlastbetriebes gezogen ist ergeben. Ohne besondere Veränderung in der Bauart kamen dann die auch leichter zu bauende Gütsch- und Marzilibahn in Betrieb und erst die von Herren Bucher und Durrer im Jahre 1885 gebaute Bahn Lugano-Bahnhof wies mit ihrer neuen selbstthätigen Ausweichung neue Wege, die künftighin drei- oder vierschienige Anlagen für die meisten Fälle entbehrlich erscheinen liess. Während am Giessbach, (System Abt) die Laufräder des einen Wagens innere, die des anderen äussere Spurkränze besassen und dadurch eine sehr verwickelte Ausweichsconstruction nöthig machten, konnte diese an der Luganobahn durch Anwendung von Laufrollen mit Doppelspurkränzen an der äusseren Seite jedes Wagens bedeutend einfacher und betriebssicherer gestaltet werden. Dass später bei den Bahnen Biel-Magglingen, Beatenberg, Ecluse-Plan und Lauterbrunnen-Grütsch diese neue Bauart nicht in Anwendung kam, ist ebenso bedauerlich, wie die dadurch erfolgte finanzielle Schädigung. Von diesen 4 Bahnen bedeutet einzig die Biel-Magglingenbahn mit ihrer, von Ingenieur Pauli construirten und zum ersten Mal angewandten sinnreichen Centrifugalbremse, einen wesentlichen technischen Fortschritt. Neben einer Spindel- und automatischen Fallbremse wirkt dieselbe selbstthätig auf die Regulirbremse sobald der Führer zu schnell fahren sollte und beschränkt dadurch sanft und stossfrei die Geschwindigkeit auf das zulässige Mafs. Sie wurde bei Bahnen neuern Datums hauptsächlich durch Ingenieur Ruprecht in der Folge so verbessert, dass die Fallbremse entbehrlich geworden und die heutigen Constructionen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Wirkungsweise nichts mehr zu wünschen übrig lassen.

Die zweite von den Herren Bucher und Durrer im Jahre 1886 auf den Bürgenstock gebaute Bahn war wiederum bestimmend für die nachher entstandenen Bahnen hinsichtlich Geleisebettung und Betriebssystem. Statt wie an der Magglingenbahn Ballast-Wasser hinaufzupumpen, entschloss man sich da zum elektrischen Betriebe und verband damit gleichzeitig die Benutzung der Maschinenanlagen zur elektrischen Beleuchtung des Hotels. An der darauf folgenden Salvatorebahn lieferte eben diese Firma durch die Plazirung der Antriebsstation in die Bahnmitte den Beweis, dass sich auch bei langen Bahnen und schwierigen Terrainverhältnissen ein relativ billiges Längenprofil und grosse Leistungsfähigkeit erreichen lässt. Ferne davon, künftighin eine ihrer drei Anlagen als Schablone zu benutzen, hat die seit einigen Jahren aufgelöste Firma Bucher & Durrer das Seilbahnwesen durch ihre vierte Ausführung auf das Stanserhorn in zweierlei Richtung auf eine weitere Stufe der Vervollkommnung gebracht: durch Weglassung der Zahnstange und durch die Dreitheilung der Bahn. Schienen- anstatt Zahnstangenbremsung vereinfacht neben höherer Betriebssicherheit die Bahnanlage, die Theilung der Bahn in mehrere Sektionen gestattet grössern Anschluss an das Terrain, verringert die Seilgewichte und beweist mithin, dass zuweilen das Seilbahnsystem auch kühnere Entwürfe verwirklichen und vortheilhaft an Stelle von Lokomotivbetrieb eintreten kann.

Seit der Eröffnung der Stanserhornbahn haben die Seilbahnen namentlich in Bezug auf Wagenbremsen erfreuliche Verbesserungen durch Ingenieur Ruprecht erfahren, im gleichen Sinne arbeiteten ferner die Maschinenfabrik Bell & Cie. und die Locomotivfabrik Winterthur. Vautier in Lausanne hat hauptsächlich durch seine gediegene Studie über die Längenprofile sich grosse Verdienste erworben, während Walloth in Colmar durch sein bekanntes Sammelwerk sich für das Seilbahnwesen sehr verdient gemacht hat.

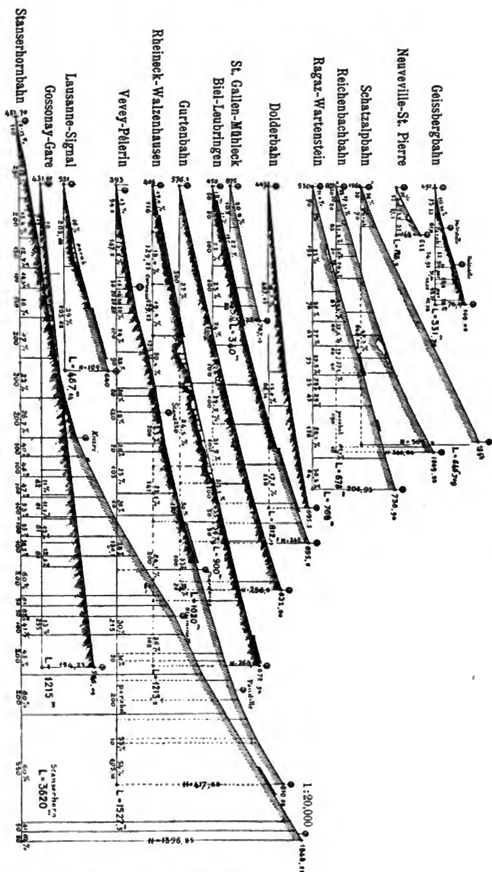


Clichés aus „Schweizerische Bauzeitung“.

Die Tabelle auf Seite 10 bis 17 über die Hauptverhältnisse unserer Seilbahnen giebt in ihrer farblosen Darstellung einen Einblick in den ungeahnten Aufschwung, den diese neue Betriebsweise genommen hat. Wie aus ihr hervorgeht, haben die im Betriebe stehenden Bahnen 25306 m Länge, 7420 m Höhenunterschied, 30% mittlere Steigung und kosten 14,000,000 Fr. oder 553,000 Fr. per Bahnkilometer. Im Jahre 1899 beförderten diese Seilbahnen 2800000 Reisende, vereinnahmten 1,150,000 Fr. und verausgabten 600,000 Fr., so dass der Betriebsüberschuss von 550,000 Fr. einer Verzinsung des Anlagekapitals von 4% entspricht.

Betriebssystem.

Der Betrieb der Seilbahnen erfolgt, ausgenommen bei Lausanne-Bahnhof, mit zwei gleichzeitig in der Fahrt begriffenen Wagen, von denen einer aufwärts, der andere abwärts fährt, letzterer unter Verwendung seiner Schwerkraft zur Bewegung des ersteren. Den noch fehlenden Kraftbedarf verschaffen Lastwasser, elektrische Kraftübertragung, Gas-, Dampf- oder Wassermotoren. Der treibende Kraftaufwand hat also nur die Reibungswiderstände, den Unterschied der Zuggewichte und den der Gewichte der Seilarme zu überwinden. Bei den Bahnen Biel-Magglingen und Thunersee-Beatenberg ist auch der letztere Widerstand noch durch Einschaltung der beiden Züge in einen Seilkreis von der ganzen Länge der Linie beseitigt. Bei den übrigen liegt das Seil nur oberhalb der Züge, ist also für sich, nur im Augenblicke der Kreuzung beider Züge in der Bahnmitte im Gleichgewicht. Bildet das entsprechend bemessene, aber unveränderliche Gewicht des zu Thale gehenden Zuges die treibende Kraft, so ist aus diesem Grunde auf gradliniger Steigung, d. h. bei unveränderlicher Wirkung der Schwerkraft nur in einem Augenblick Gleichgewicht zwischen Triebkraft und Widerstand möglich, weil das allmählich mehr und mehr dem absteigenden Zuge zugewiesene Seil das Gewicht dieser Seite vergrössert, das der aufsteigenden vermindert. Ein Mittel, die so entstehende Beschleunigung aufzuheben, besteht darin, dass man die Steigung nicht gradlinig, sondern nach unten flacher werdend ausbildet. Die Ueberlast des zu Thal fahrenden Zuges ist, abgesehen von der Linie Lauterbrunnen-Grütsch eine unveränderliche und muss dem ungünstigsten Augenblick der Fahrt angepasst sein. Bei den Linien mit regelmässig entwickeltem Längengefälle ist dies der Augenblick der Anfahrt. Wird die dadurch bedingte Beschleunigung nicht durch entsprechende Gefällsverschiedenheit oder durch Schluss des Seilkreises aufgehoben, so muss man entweder das wachsende Gewicht abbremsen oder wie in Lauterbrunnen während der Fahrt allmählich einen Theil des Ballastwassers abfliessen lassen, entsprechend der Abnahme der Schwerkraftscomponente des Kabels. Die Ueberwindung für die auf kurze Strecken auftretenden vergrösserten Widerstände durch Ansammlung von lebendiger Kraft, auf den günstigern Theilen der Strecke durch ein Uebergewicht, welches rein statisch den ungünstigsten Punkt zu überwinden nicht im Stande sein würde, ist namentlich bei Personenbeförderung unangebracht, einerseits wegen den mit grossen Geschwindigkeiten verbundenen Gefahren, anderseits weil man die ungünstigsten Punkte thunlichst an die Bahnenden legen soll, damit der aus irgend einem Grunde auf der Strecke angehaltene Zug von jedem Punkte aus mittelst der Ueberlastung wieder in Bewegung gesetzt werden kann. Die Territet-Glion-Bahn wurde bis zum Jahre 1892 in dieser Weise befahren, indem ein Gefällsbruch mit der gef. Geschw. von 4—8 Sek./m befahren werden musste, um darin nicht stecken zu bleiben. Die Bedenklichkeit einer so gesteigerten Fahrgeschwindigkeit hatte sich zuweilen in sehr beunruhigender


Generelle Längenprofile, 1890 bis 1900.
Maßstab 1:10,000.
1:20,000
Geissbergbahn
Neuveville-St. Pierre
Schatzalpbahn
Reichenbachbahn
Ragaz-Wartenstein
Dolderbahn
St. Gallen-Mühleck
Biel-Leubringen
Gurtenbahn
Rheineck-Walzenhausen
Vevey-Pèlerin
Lausanne-Signal
Gossonay-Gare
Stanserhornbahn
L = 360 m
L = 467,75 m
L = 1215 m
L = 1527,5
L = 3620 m
H = 1396,05

Schweizerische

Haupt-

Bezeichnung	Betriebssystem:					
	Giessbach-Bahn	Territet-Glion	Gütsch-Bahn	Marzili-Bahn	Lugano-Bahnhof	Biel-Magglingen
Zweck der Bahn: Verbindung von . .	Brienzersee mit Hotel G.	Territet m. Dorf u. Kurort G.	Luzern mit Hotel G.	2 Stadttheilen in Bern	2 Stadttheilen in L.	Biel mit Berg-Hotel
Betriebseröffnung . . . . * (Saisonbetrieb)	1. Juli 79	19. Aug. 83	22. Aug. 84 *	18. Juli 85	8. Nov. 86	1. Juni 87 *
Lieferanten der Eisenkonstruction . .	M.-F Aarau umgebaut v. Bell & Cie	S. C. B. in Olten u. neue Wag. G.B.	S. C. B. in Olten	frühere Maschinenfabrik Bern	Loc. W'thur	frühere Maschinenfabrik Bern
Bahnanlage.						
Betriebslänge, schief gemessen . . m	333	630	173	106	244	1684
Höhenunterschied zw. d. Endstationen m	90	298,3	75	31,20	56,84	443
Neigungen der Bahn . . . . . . %	24—32	40—57	51—53	30,2	20—24	20—32
Mittlere Neigung . . . . %	28,2	54	52,8	30,2	23	27,26
Kurvenradien der Ausweichung . . m	120	500 u. 1000	keine	150	120	300
Kurvenradien ausserhalb d. Ausw. . m	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Länge der Ausw., schief gemessen . m	62	130,24	keine	42,2	54,72	90
Länge der geraden Bahnstrecke . . %	82	79,57	100	61,6	78,1	94,6
Länge der Tunnel . . . . m	keine	keine	keine	keine	45, 22, 9, 12	keine
Länge der eisernen Brücken von über 10 m Spannweite . . . . . . m	174	keine	keine	88	keine	86,4 u. 120
Breite der Mauer resp. Schotterkrone m	3,50	2,40 u. 2,50	3,30	2,18	2,40	3,5
Oberbau.						
Geleisebettung	Schotter	Mörtelmauer	Beton	eiserne Brücke	Schotter	Schotter
Anzahl Fahrschienen	2	4	4	3	2	3
Spurweite . . . . m	1	1	1	0,75	1	1
Zahnstange	Riggenbach	Riggenb.	Riggenbach	Riggenbach	Riggenbach	Riggenbach
Schienenhöhe . . . . mm	86	83	82	98	115	98
Gewicht der Schienen . . . . kg/m	18	17,5	17,5	20	22,5	20
Schwellenlänge . . . . m	1,60	2,50	3,70	2,00	1,80	2,8
Schwellenmaterial	Eichenholz	alte Laufschienen der S. C. B.	—	Zoreseisen	Zoreseisen	Eichenholz
Gewicht des Oberbaues, complet. kg/m	110	217	362	210	94	192
Kabel.						
Anzahl ausgewechselter Kabel . . .	1	2	1	6	6	1
Bruchfestigkeit des Kabels . . . . t	333	62	37,4	22	27,50	50
Specifische Bruchfestigkeit . . mm² kg	103	147	12,4	120	10,90	160
Grösste normale Seilbelastung . . kg	3300	7200	3200	1650	19,50	6500
Kabelgewicht . . . . kg/m	2,7	3,90	2,79	182	2,30	3,25
Sicherheitsgrad des Kabels	10,2	8,61	11,7	13,3	14,1	7,7
Durchmesser des Kabels . . . mm	22	34,7	30	25	26	33
Konstruction des Kabels	geschlossen	Lang	Kreuzschl.	Lang	Flachlitzen	Lang

Drahtseilbahnen bis 1900.

verhältnisse.

Wasserlast

Beaten-berg-Bahn	Ecluse-Plan	Lauter-brunnen-Grütsch	Ragaz-Warten-stein	St. Gallen Mühleck	Rheineck-Walzen-hausen	Cossoney-Gare	Neuve-ville-St. Pierre
Thunersee mit Kurort B.	Neuenburg mit bebaut. Berglehne	I. Sekt. der Mürrenbahn	Ragaz mit Berg-Hotel	St. Gallen mit Dorf M.	Zweier Dörfer	Bahnhof mit Städtchen Cossonay	2 Stadttheilen in Freiburg
21. Juni 89	25. Oct. 90	14. Aug. 91	1. Aug. 92	14. Dez. 93	Juni 96	28. Aug. 97	4. Febr. 99
*		*	*				
Loc. W'thur	Bell & Cie.	Bell & Cie.	frühere Maschinenfabrik Bern	Bell & Cie.	Bell & Cie.	frühere Maschinenfabrik Bern	Giesserei B.
1695	384	1381	788	308	1247	1219	122
553,0	108,68	669,5	207,6	66,23	267	134,60	59,51
28—40	22—37	41—60	23,5—31,1	20,8—22,8	17,4—26	10—13	49,5—55
34,58	29,5	55,5	27,3	22	22,2	11,1	52,5
1000	500	1000	180	180	160	120	120
400	keine	keine	250	keine	keine	keine	keine
240	112	125,30	67	81,6	66	61,3	53,6
77,67	71,1	90	72,45	51	95	95	58
67	80 u. 86	keine	20 u. 50	287	315 u. 70	keine	keine
19,11	keine	100	keine	20	50, 25, 75	keine	69
3,50	1,70	2,40	1,50	1,65	1,7 u. 2,3	2,70	—
Schotter	Beton	Mörtel-mauer	Mörtel mauer	Beton	unt. Schotter oben Beton	Schotter	Beton und eis. Brücke
3	4	3	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1,20	1,20	1	1,20
Riggenbach	Riggenbach	Riggenbach	Riggenbach	Riggenbach	Riggenbach	1 Lamelle	Riggenbach
98	90	100	92,5	100	100	110	100
20	20	20	16	20	20	24,2	20,6
2,80	1,70	2,30	1,40	1,65	1,70	1,80	1,8
Eichenholz	⊏-Eisen	Zoreseisen	Winkeleisen	Winkeleisen	Zores u. Winkeleisen	Eichenholz	Zores u. Winkeleisen
233	220	285	94	206	114	114	112
3 Zugskabel 3 Ballastk.	1	1	keine	1	keine	1 bei Bremsproben beschädigt	1
74,6	51,37	62,25	30,25	35,4	39,2	21,25	44
100	126,2	15,95	115	119,6	132,5	98,5	134
9700	4030	7460	2900	2400	2930	1600	4460
5,8	4,0	3,5	10,4	2,5	13,3	1,80	3,66
7,7	12,7	8,35	2,35	14,7	2,90	13,2	9,86
32,6	34	33	27	26	28	17	33
geschlossen	Lang	Lang	Lang	Kreuzschl.	Kreuzschl.	geschlossen	Lang

Bezeichnung	Betriebssystem:					
	Giessbach-Bahn	Territet-Glion	Gütsch-Bahn	Marzili-Bahn	Lugano-Bahnhof	Biel-Magglingen
Mechanische Einrichtungen.						
Durchmesser der Umleitungsrolle . mm	3000	3600	2740	3000	2800	3465
„ „ grossen Leitrollen mm	480 u. 200	950	keine	800	1000	1465
„ „ Curvenrollen . . mm	480	360	keine	360	420	450
„ „ kleinen Tragrollen mm	240	240	240	360	300	300
Abstand der Curvenrollen	7, 9 u. 13	9	—	11	12	9
„ „ Tragrollen	14	15	15	14	15	12—15
Rollmaterial.						
Sitzplätze der Wagen	40 Sitzpl.	40 Sitzpl. 10 Stehpl.	12 Sitzpl. 12 Stehpl.	14 Sitzpl.	24 Sitzpl. 16 Stehpl.	40 Sitzpl. 10 Stehpl.
Tara per Wagen . . . . kg	6500	9000	4300	4100	4800	9800
Bruttogewicht per Wagen . . . . kg	12850	14000	7100	6600	9300	17000
Radstand . . . . m	6,20	5,33	3,10	3,00	3,65	5,20
Tara per Platz . . . . kg	162,5	180	—	292	120	196
Zulässige Fahrgeschwindigkeit . sic/m	1,04	1,2	1,13	1,80	1,20	2,07
Bremsen (H = Handbremse. F, S = Autom. Seilbruch-, Fall- resp. Spindelbremse. Zb, Za = Hand- resp. Autom. Zangenbremse. Gh Gf Gs = Geschwindigkeitsbremse auf F, H oder S wirkend. Mh Mp = Momentausrückung der Autom Bremse durch Hebel oder Pedal. Wo Index 2 beigefügt ist, wirkt die Bremse auf 2 Achsen.)	H, F, Mh, Gh	H^2, S^2, Gs	H, F, Mp, Gh	H, F, Mh, Gf	H, F, Mp, Gf	H, F, Gh, Mp.
Gesammte Bahnwiderstände . . . kg	250	450	125	150	180	475
Erforderliche Wassermenge für eine Leerfahrt in m³	—	1,70	0,70	0,80	2,0	3,0
Anlagekosten und Betrieb.						
Anlagekosten im Ganzen . . . . fr. (Baukonto Ende 1899)	166000	612397	181793	70842	188744	450000
Anlagekosten per km . . . . . . fr. (auf schiefe Betriebslänge gezogen) ·	501511	961360	1,050,820	658,900	776724	267220
Betriebsausgaben im Jahr 1899 . . fr.	8637	57281	13734	8798	18097	21300
Reisende im ersten ganzen Betriebsjahr	39288	79889	93224	189217	—	41238
Reisende im Jahr 1899	30000	150225	118527	160954	260000	37500
Gepäck und Güter 1899 . . . . . t	60	862	25,6	3269 Stück	203	95
Fahrtaxe für Berg-, Thal- und Retourfahrt . . . . fr.	1,1	1,0, 75, 1,50	0,30, 0,30 0,50	0,10, 0,10 0,20	I. Kl. 0,40, 0,20, 0,60 II. Kl. 0,20 0,10, 0,30	0,80, 0,50, 1,0
Betriebscoefficient . . . . (Verhältnis der Betriebsausgaben zu den Betriebsroheinnahmen)	58,6	42	41	77	52,3	85,5
Anzahl des Bahnpersonals incl. Chef .	3	12	8	5	7	7

Wasserlast

Beatenberg-Bahn	Ecluse-Plan	Lauterbrunnen-Grütsch	Ragaz-Wartenstein	St. Gallen-Mühleck	Rheineck-Walzenhausen	Cossoney-Gare	Neuveville-St. Pierre
4000	3600	3600	3500	3600	3600	3400	3500
2000	1400	An Stelle von Ablenkrollen oben auseinander gezog. Geleisenden	2000	1400	1400	1400	2200
470	360	360	120 (Rollen mit vertical. Achse)	360	265	358	392
300	240	300	240	240	240	268	300
13.5—8,1	10	10 u. 11	7 u. 9	10 u. 11	9,75	4,7—12,9	3, 4 u. 5
10--18	9	12 u. 14	12	13 u. 15	15	12,96	11 u. 14
50 Sitzpl	32 Sitzpl.	30 Sitzpl. 10 Stehpl.	16 Sitzpl. 12 Stehpl.	24 Sitzpl. 12 Stehpl.	24 Sitzpl. 12 Stehpl.	20 Sitzpl. 12 Stehpl.	10 Sitzpl. 10 Stehpl.
9000	7800	8000	5900	7300	7600	8100	6700
17000	12300	15500	10000	11200	—	16100	9275
5,20	6,00	5,80	4,415	4,90	4,70	5,012	3300
180	244	200	210	203	211,1	253,1	335
1,76	1,04	1,00	1,30	1,30	—	—	1,2
H^2,S^2,Gs,Mp	H^2,F^2,Gf,Mp	H^2,F^2,Gf.Mp	H^2, S^2, Gs	H^2, S^2, Gs	H^2,S^2,Gs,Mp	H^2,S^2,Gs,Mp	H^2,S^2,Gs,Mp
720	300	575	275	220	—	—	—
3,0	2,0	—	1,00	—	1,00	—	1,0
681337	249557	850670	262102	290087	537586	432706	123745
402000	650,000	698989	327628	941840	438132	554677	1,014,300
30512	15025	31700	19756	11574	11986	17502	—
35638	140957	44812	55237	268785	65690	—	—
42006	174783	45000	49408	221645	62000	120000	—
1284	41	922	17,56	432,5	308	561	—
1,50, 0,70, 2,00	0,20, 0,10, 0,30	2,75, 1,50 4,25	II. Kl. 1,0 0,50, 1,30 III. Kl. 0,60 0,30, 0,80	0,15, 0,10, 0,25	0,60, 0,40	—	0,10, 0,10
43	70	32	43	44	42,3	105,4	—
8	7	12	6	6	6	8	6

Schweizerische Haupt-

Bezeichnung	Betriebssystem: Turbine		Betriebs- mit Zahnstange Betriebskraft: Wasserkraftcentrale		
	Lausanne-Ouchy	Lausanne-Gare	Bürgenstock-Bahn	Salvatore-Bahn	Stanserhorn-Bahn
Zweck der Bahn: Verbindung von . .	Seestat.-Stadt	Bahnhof-Stadt	Seestation-Berg-Hotel	Paradiso-Berg-Hotel	Stans-Berg-Hotel
Betriebseröffnung . . . . * (Saisonbetrieb)	16. März 77	5. Dez. 79	7 Juli 88 *	27. März 90	23. Aug. 93 *
Lieferanten der Eisenkonstruction . .	Bell & Cie., u. Maschinenfabrik Aarau	Bell & Cie., u. Maschinenfabrik Aarau	Bell & Cie.	Bell & Cie.	Bell & Cie.,
Bahnanlage.					
Betriebslänge, schief gemessen . . m	1481	314	940	1633	3913
Höhenunterschied zw. d. Endstationen m	102	31,85	436	601,60	1398
Neigungen der Bahn . . . .%	3—11,6	0—11,6	32—58	17—60	I. Sekt. 10—27 II. " 40—60 III. " 40—62
Mittlere Neigung . . . .%	6,9	10,0	52,8	40	I Sekt. 17,2 II. " 52,7 III. " 56,5
Kurvenradien der Ausweichung . . m	400	keine	140 u. 170	keine	120
Kurvenradien ausserhalb d. Ausw. . m	keine	120	320	300 u. 400	I. Sekt. keine II. " 250 u. 400 III. " 200
Länge der Ausw., schief gemessen . m	143	keine	172	keine	II. Sekt. 74 I. u. III. Sekt. 80
Länge der geraden Bahnstrecke . .%	90,2	90,5	78	82,56	I. Sekt. 94,5 II. " 86,5 III. " 75
Länge der Tunnel . . . . m	112 u. 253	253	keine	keine	15 u. 170
Länge der eisernen Brücken von über 10 m Spannweite . . . . m	keine	keine	keine	30,6 u. 97,2	keine
Breite der Mauer- resp. Schotterkrone m	4,00 unten 5,50 oben	3,70	1,50	1,50	I. Sekt. 2,00 II. u. III. Sekt. 1,50
Oberbau.					
Geleisebettung	Schotter	Schotter	Steinpflaster	Mörtelmauer	I. Sekt. Schotter II. u. III. Sekt. Mörtelmauer
Anzahl der Fahrschienen	3 oben 4 unten	2	2	2	2
Spurweite . . . . m	1,435	1,435	1	1	1
Zahnstange	keine	Riggenbach	Abt	Abt	keine
Schienenhöhe . . . . mm	130	127	115	90	125
Gewicht der Schienen . . . . kg/m	34	33	22	17,5	21,5
Schwellenlänge . . . . m	2,6 unten 2,8 oben	2,6	1,50	1,50	I. Sekt. 1,65 II. u. III. Sekt. 1,5
Schwellenmaterial	Eichenholz	Eichenholz	Winkeleisen	Winkeleisen	I. Sekt Zores-, II. u. III. Sekt. Winkeleisen
Gewicht des Oberbaues, complet . kg/m	180 unten 180 oben	165	96	86	I. Sekt. 67 II. u. III. Sekt. 70
Kabel.					
Anzahl ausgewechselter Kabel . . .	9	9	1	keine	keine
Bruchfestigkeit des Kabels . . . t	52000	35000	43,5	53,5	24, 49,5, 55,5
Specifische Bruchfestigkeit . . mm² kg	150	150	150	155,2	—
Grösste normale Seilbelastung . . kg	6000	3500	4600	5400	2400, 5000, u. 5650
Kabelgewicht . . . . kg/m	3,4	2,9	3,0	3,41	1,82, 3,81, 4,0
Sicherheitsgrad des Kabels	8,6	10	10,0	9,9	10, 9,9, 9,8
Durchmesser des Kabels . . . . mm	31	23	30	32	24, 34, 36
Konstruction des Kabels	Lang	geschlossen	Kreuzschlag	Kreuzschlag	Lang's Schlag

Drahtseilbahnen bis 1900.

verhältnisse.

system: elektrische Kraftübertragung

ohne Zahnstange

Betriebskraft: Wasserkraftcentrale					Betriebskraft: Gasmotorcentrale			
Geissberg-Bahn (Zürich)	Zürichberg-Bahn	Biel Leubringen	Reichenbach-Bahn	Gurten-Bahn	Vevey-Pélerin	Dolder-Bahn	Lausanne-Signal	Schatzalp-Bahn
zwei Stadttheilen in Zürich	Limmatquai-Polyt.	Biel-Dorf L.	Hotel Reichenbach-Wasserfall	Bern	Vevey mit 2 Bergdörfern und Aussichtsort	Zürich mit Vergnügungsort D.	Stadt mit Vergnügungsort S.	Davos mit Kurort Sch.
im Bau	8. Jan. 89	20. Jan. 98	8. Juni 99 *	12. Sept. 99	im Bau	13. Juli 95	18. Oct. 99	24. Dez. 99
Giesserei B.	Lokf. W'thur	Giesserei Bern	Giesserei B.	Giesserei B.	Giesserei B	Lokf. W'thur	Giesserei B.	Giesserei Bern
291	167	892	702	1050	1600	805	486	718
74	38,38	243	247	261	416	100	107	304
19,96—32,87	20—26	19—36	25—56,7	19-33	13—54	9,5—17,75	10—29	36—47,39
2,62	23,5	27,1	37,5	24,8	33,5	12,52	22,6	46,8
120 u. 200	100	250	150	250	275	120	250	300
150	Bahnkurve liegt in der Ausweich.	keine	400, 200 u. 185	600	500	keine	600	300
94	58	66	—	83	83	75,7	76	85
65	67,56	92,6	—	56,1	—	95	48	78,5
keine	keine	340, 180	keine	keine	114	keine	125	keine
Hennebique-Brücke 45 m	52,34	keine	10,5, 45	keine	keine	keine	70	keine
2,70	3,5	—	1,50	2,70	unten 2,7 oben 1,5	2,5	unten 2,0 oben 1,5	1,50
Schotter	Schotter	Schotter, auf Felsen Beton	Mörtelmauer	Schotter	0—960 Schlotter 960—1620 Mörtelm.	Schotter	unt. Schotter oben Beton	Mörtel-Mauer
2	3	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1
keine	Abt	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
125	110	125	125	125	125	122.5	125	125
23,2	22,7	23,2	21,2	23,2	23,2	22,5	23,2	23,2
1,6	2,80	—	1.50	1,60	1,60 unten 1,50 oben	1,60	1,60 unten 1,50 oben	—
i. Schott. Zores-, auf Brücke Winkeleisen	Zoreseisen	i. Schotter, Zores i. Beton Winkeleisen	Winkeleisen	Zoreseisen	unt. Zores- oben Winkeleisen	Zoreseisen	Zores, Winkel u. Holz	Winkeleisen
7,9	296	75	72	79	79	74	79	72
—	4	keine	keine	keine	keine	1	keine	keine
25,00	24.0	27,5	46,25	44,3	50,00	25,00	—	22,7
—	109	14,5	142,7	125	134	120	130	157
2500	2500	2250	—	3120	4600	1530	—	4270
2,3	2,26	2.03	3,05	3,16	3,25	2,15	2,59	2,8
10	—	12,12	—	13	10,9	16	—	10
—	24,5	25	30	30	31,6	22	26	28
Lang's Schlag	Lang	Lang	Kreuzschlag	Lang's Schlag	Lang's Schl.	Lang's Schlag	Lang	Lang

Bezeichnung	Betriebssystem: Turbine		Betriebs- mit Zahnstange Betriebskraft: Wasserkraftcentrale		
	Lausanne-Ouchy	Lausanne-Gare	Bürgenstock-Bahn	Salvatore-Bahn	Stanserhorn-Bahn
Mechanische Einrichtungen.					
Durchmesser der Umleitungsrolle . mm	6000	4700	4000	4000	4000
" " grossen Leitrollen mm	3000	3000	3000	2000	3000
" " Curvenrollen . . mm	250*	250*	600	600	600
	*Rolle mit vertik. Achse.				
" " kleinen Tragrollen mm	300	300	160	200	300
Abstand der Curvenrollen . . . . m	9,70	8,30	14	12—13	12
" " Tragrollen . . . . . m	15,60	15	14—16	12—14	17—14
Rollmaterial.					
Sitzplätze der Wagen	40	20 Sitzplätze 20 Stehplätze	32 Sitzplätze 8 Stehplätze	32	32
Tara per Wagen . . . . .kg	7460 B F 6850 A B 6000 B	6000 BF	4800	4500	3810
Bruttogewicht per Wagen . . . .kg	10360 B F 9650 A B 8800 B	8800	7100	7000	6700
Radstand . . . . m	3,2	2,70	3,60	3,25 unten 3,45 oben	4,50
Tara per Platz . . . . .kg	171,2 A B, 150 B	150	120	140	119
Zulässige Fahrgeschwindigkeit . sec/m	4	3	1,13	1,00	I. Sekt. 2,00 II.u.III.Sekt. 1,00
Bremsen (H = Handbremse. F,S = Autom. Seilbruch-, Fall- resp. Spindelbremse. Zh,Za = Hand- resp. Autom. Zangenbremse. Gf,Gh,Gs = Geschwindigkeitsbremse auf F H oder S wirkend. Mh Mp = Momentausrückung der Autom. Bremse durch Hebel oder Pedal. Wo Index 2 beigefügt ist, wirkt die Bremse auf 2 Achsen.)	H^2	H, F	H, F, Mp	H, F^2, Mp	Zh, Za$_2$, Mp
Gesammte Bahnwiderstände . . .kg	1100	—	500	600	475, 900, 975
Grösse des Motors in PS	200	200	2 à 25 Gleichstrom	Dynamo 40 Lokomobil 50	Dynamo 60 Lokomobil 50
Anlagekosten und Betrieb.					
Anlagekosten im Ganzen . . . . fr. (Baukonto Ende 1899)	3,451,400		265000	617475	1496445
Anlagekosten per km . . . . . .fr. (auf schiefe Betriebslänge bezogen)	1,405,300		281915	378117	382429
Betriebsausgaben im Jahr 1899 . . fr.	146,938		26297	28371	46000
Reisende im ersten ganzen Betriebsjahr	458,158		25192	33885	16889
Reisende im Jahr 1899	692,539		43647	32814	17814
Gepäck und Güter 1899 . . . . . t	108,323 Fr. Einn.		566	nichts	105
Fahrtaxe für Berg-, Thal- und Retourfahrt . . . . fr.	0,20, 0,20, 0,30	0,10, 0,10, 0,20	I. Kl. 1,50, 2,50 II. Kl. 1, 0,50, 1,50	3, 2, 4	5, 3, 8
Betriebscoefficient . . . . (Verhältniss der Betriebsausgaben zu den Betriebsroheinnahmen)	64		57	45,3	80
Anzahl des Bahnpersonals incl. Chef .	29	29	7	7	15

system: elektrische Kraftübertragung

ohne Zahnstange

Betriebskraft: Wasserkraftcentrale					Betriebskraft: Gasmotorcentrale			
Geissberg-Bahn (Zürich)	Zürichberg-Bahn	Biel-Leubringen	Reichenbach-Bahn	Gurten-Bahn	Vevey-Pélerin	Dolder-Bahn	Lausanne-Signal	Schatzalp-Bahn
2700	2800	3465	4000	4000	3840	3000	3500	3500
2400	1000	3000	3000	3000	3500	2000	3000	3000
392	120 Rollen mit vertikal. Achse	600	392	392	392	420	420	420
200 u. 300	300	400	300	300	300	300	300	300
8	3,5—6,5	8—9	8—10	10	8,5	8	10	8
8 -12	5,5—7,5	15	12	12—14	9,5—15	10—12	14—15	14—15
24 Sitzplätze 12 Stehplätze	32	28	24	30 Sitzplätze 30 Stehplätze	30 Sitzpl. 12 Stehpl.	32 Sitzplätze 18 Stehplätze	24 Sitzpl. 26 Stehpl.	24 Sitzpl. 8 Stehpl.
4800	6800	3700	—	5700	5200	5000	5060	4760
7320	9040	4060	—	10200	8140	8500	8800	7160
3,75	2,98	2,90	3,00	4,4	4,3	3,5	4,2	3,85
133	212,50	75	—	95	124	100	101	149
2,00	1,43	2,00	1,2	2,00	1,50	2,80	2,00	1,25
Zh, Za^2, Mp^2	H, F, Mp	Zh, Za^2, Mp^2	Zh, Za^2, Mp^2	Zh, Za^2, Mp^2	Zh, Za^2, Mp^2	Zh, Za, Mp	Zh, Za^2, Mp^2	Zh, Za^2, Mp^2
250	170	170	500	400	650	260	—	300
55 Gleichstrom	28 Gleichstrom	50 Gleichstrom	50 Gleichstrom	85 Drehstrom	70 Gleichstrom	50 Gleichstrom	2 Benzinmotoren zu 30 PS	50 Gleichstrom
250000	273619	305,321	—	357617	600000	291000	230000	—
886520	—	342,288	—	340000	375000	364000	473000	—
—	26594	30,693	—	—	—	30800	—	—
—	434222	169357	—	—	—	96400	—	—
—	417450	169357	—	—	—	172000	—	—
—	782 Stück	268,77	—	—	—	208	—	—
0,15, 0,10, 0,20	0,10, 0,10, 0,20	0,50, 0,30, 0,65	1, 0,75, 1,50	1,20, 0,60, 1,50	IICl. 1,40 1,0, 2,00 IIICl. 1,0 0,75, 1,50	0,40, 0,30, 0,60	0,30, 0,20, 0,40	1,00, 0,70, 1,50
—	58	66,7	—	—	—	57	—	—
—	9	9	8	7	9	8	9	8

Weise durch Auslösen der autom. Bremse kund gegeben; sie veranlasste schliesslich den Bahnumbau. Der Wechsel des Gefälls auf der Bahnlänge kann der Geländegestaltung wegen meistens nicht vollkommen der Gewichtsausgleichung des Seiles angepasst werden; der Betrieb wird aber um so vortheilhafter, je besser dieses Ziel erreicht wird.

Ausser den beiden mit Turbinen betriebenen Bahnen in Lausanne wurden bis zum Jahre 1888 alle Bahnen für Lastwasserbetrieb gebaut, seither aber die meisten für Motorbetrieb, für letzteren in verschiedener Anwendungsweise. Die Betriebsart mit Lastwasser ist und bleibt wohl unstreitig die einfachste und billigste von allen, vornehmlich in den Fällen, wo billiges Wasser zu haben ist und für die Fahrt geringe Quantitäten erforderlich sind, wo nur Saisonbetrieb besteht und hauptsächlich wo kein grösserer oder zeitweise stark anschwellender Verkehr zu berücksichtigen ist, kurz, wo Verhältnisse sind, wie wir sie etwa an der Giessbach- und Ragatz-Wartensteinbahn finden. Bei gleichmässigem regen Verkehr, wie zwischen Limmatquai-Polytechnikum in Zürich würde eigentlich der Verkehrsart am besten eine continuirlich laufende Plattformbahn entsprechen. Der anfänglich eingeführte Wasserlastbetrieb hat sich als zu schwerfällig und zu zeitraubend erwiesen, er ist nun seit 3 Jahren mit bestem Erfolg durch Betrieb mittelst elektrischer Kraftübertragung ersetzt worden. Diese Bahn verausgabte für Wasser jährlich ca. 7000 Fr. bei 7 Cts. Einheitspreis pro m³, während die auf etwa 18000 Fr. zu schätzende Umänderung bei Annahme von 10% Verzinsung und 3000 Fr. für elektrische Kraft (24½ Cts. per K. W. Std.) die Betriebskosten um ca. 2200 Fr. reducirt und rascheren und angenehmeren Transport gewährt. Verkehrs-, Terrain- und Ortsverhältnisse rathen nach dem heutigen Stande der vorzüglichen Motorbetriebsconstruction selten mehr zu Wasserlastanlagen, denn sie haben diesem gegenüber folgende Vortheile: Leichteres Wagengewicht, leichteres Einhalten gleichmässiger Fahrgeschwindigkeit, Möglichkeit der Aenderung der Fahrtrichtung während der Fahrt, Wegfall von Zahnstangen und Zahnradbremsen, grössere Freiheit in der Dimensionirung und Construction der Regulirbremsen, ferner Ermöglichung grösserer Fahrgeschwindigkeit, die Ausführung steiler Bahnen, leichteres und deshalb dauerhafteres Kabel, das wiederum kleinere Kurvenradien gestattet. Grössere Freiheit in der Tracirung wird ferner durch den Wegfall der Zahnstange erreicht, indem ohne solche weniger Rücksicht auf Dammsetzungen und Gleiswanderung zu nehmen ist. Bei Gleichstromanlagen mit Accumulatoren lässt sich wie bei der Pélerin=Schatzalp= und Dolderbahn, die bei starker Belastung des sinkenden wie des steigenden Wagens entstehende überschüssige Kraft für Ladung des Accumulators verwerthen und so den Nutzeffect der Anlage erheblich erhöhen.

Die Centrale für den Motorbetrieb wird in den meisten Fällen auch zu anderen Zwecken, hauptsächlich für Beleuchtung von Hotels, Restaurants etc. benutzt, wodurch das Motorsystem im Allgemeinen nicht theurer zu stehen kommt als das der Wasserlast. Der Betrieb mittelst Motor hat gegenüber demjenigen mit Wasserlast Nachtheile meist untergeordneter Natur: Maschinen und Wagen können nicht von gleicher Hand bedient werden, weshalb eine Vermehrung des Bahnpersonals nöthig ist, dazu kommen die Gefahr von Blitzbeschädigungen, des Gleitens auf den Umleitrollen namentlich zur Winterszeit, ferner ein nicht rechtzeitiges Abstellen des Motors beim Einfahren in die Station oder bei unfreiwilligem Auslösen der automatischen Bremse. Letzteres kann den Defect des Kabels zur Folge haben.

Aus den obigen Ausführungen geht hervor, dass das angewendete Betriebssystem für die Bahnen Giessbach, Ragatz-Wartenstein, St. Gallen-Mühleck u. Marzili für den heutigen

Schematische Darstellung der Traces.
Maßstab 1:10,000.

Geissbergbahn c
Neuveville-St. Pierre c
Schatzalpbahn c
Reichenbachbahn c
Ragaz-Wartenstein c
St. Gallen-Mühleck c
Biel-Leubringen c
Gurtenbahn c
Rheineck-Walzenhausen c
Vevey-Pèlerin c
Dolderbahn c
Lausanne-Signal c
Cossonay-Gare c
Stanserhornbahn c

1:20,000

Verkehr am Platze sein mag, sicher aber bedeutet es für die Bahnen Cossoney-Gare und Lauterbrunnen-Grütsch einen Missgriff, für erstere wegen ihrer schwachen und deshalb enorme Wassermengen beanspruchenden Steigung und letztere ist hinsichtlich der Anspruchnahme der Bremsen und Regulirfähigkeit der Wagen an der äussersten zulässigen Grenze.

Motorbetrieb ist sogar dem immer schwerfälligen und theuren Lokomotivbetrieb auch zur Ersteigung hoher Berge in den Fällen überlegen, wenn der zu erwartende Verkehr nicht bedeutend und ziemlich gleichmässig ist und die Configuration den Bau einer Seilbahn ohne erhebliche Schwierigkeiten gestattet, welche Verhältnisse wir am Stanserhorn finden, wo durch Aneinanderreihung mehrerer Seilbahnen es möglich wird, alle 15 Minuten einen Zug in jeder Richtung auszuführen und durch diese gesteigerte Leistungsfähigkeit mit Lokomotiv-Bergbahnen in Wettbewerb zu treten. Liegen die zu verbindenden Punkte auch in der Horizontalprojection weit auseinander, so sind mitunter zwei Betriebssysteme, Seilbahn für die Höhe und gewöhnliche Trambahn für die Länge dem Lokomotivbetrieb vorzuziehen, wie von Lauterbrunnen nach Mürren und vom Thunersee nach Beatenberg.

Richtung und Längenprofil.

Die zum ersten Male angewandte Richtungsänderung finden wir an der Lugano-Garebahn in der Ausweichung und die erste ausserhalb derselben an der Bürgenstockbahn. Bei ersterer Bahn finden wir überdies das erste Mal möglichste Annäherung des Längenprofils an das theoretische Profil. Einige Bahnen, wie Lauterbrunnen-Grütsch vermieden nur zu ängstlich die Anwendung von Curven ausserhalb der Ausweichung. Ein besseres Anschmiegen an das Terrain würde eine weniger die Landschaft störende, unschöne, gestreckte Bahn ergeben haben, die mit ihren mächtigen theuren Viaducten Betrieb und Unterhalt grössere Erschwerung bringen, als sie ein etwas grösserer Seil- und Rollenunterhalt erfordern würden. So grosse Opfer zur Durchführung einer schonenden Seilleitung waren desto weniger angebracht als das noch gut erhaltene, weder Drahtbrüche noch Litzenfäulnis oder Rostung innerer Drähte aufweisende Kabel auf Verlangen der Behörde nach 10jährigem Dienste doch ausgewechselt werden musste, jedenfalls in Folge der Befürchtung, das im Betriebe stetig abnehmende Arbeitsvermögen des Kabels dürfe nicht auf eine längere Erprobung gestellt werden.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass Curven bei gut gewähltem Verhältnis zur Kabelstärke und zum Rollenabstand den Betrieb weder erheblich erschweren, noch vertheuern. Ausserdem ist in gewissen Fällen nothwendig, dass auch die Kabelconstruction den Curvenverhältnissen angepasst werde. An der Beatenbergbahn hatte sich anfänglich die Seilführung in Curven als bedenklich erwiesen; bei 18 m Rollenabstand und 400 m Curven überdauerten sowohl harte als weiche Kabel nach Kreuzschlag und Langsystem nur etwa 2 Sommerbetriebe. Die nachträgliche Verringerung des Ablenkungswinkels auf die Hälfte durch Verdoppelung der Seilrollen, wie auch durch Anwendung von Kabeln geschlossener Construction erhöhte die Betriebsdauer in erfreulichem Maſse. Das Hauptkabel dieser Construction befindet sich auch nach der sechsten Saison bei unmessbarer Abnutzung noch in tadellosem Zustande.

Was den Einfluss des Befahrens der Curve auf die Materialhärte des Kabels betrifft, so haben schon die Versuche in der Festigkeitsanstalt ergeben, dass hartes Material grössere Zähigkeit haben kann als weiches und dieses befriedigende Verhalten harter Kabel hat die Praxis bestätigt. In dieser Hinsicht dürfte die Bestimmung der Kabelverordnung, dass nur Material bis zu 150 kg/mm² specifischer Festigkeit zulässig sei, sich nach den

neueren Erfahrungen nicht mehr ganz decken. Aus der Tabelle über die Hauptverhältnisse der Seilbahnen erkennt man die gegenwärtige Tendenz, die Curven für automatische Ausweichen grösser auszuführen als früher, einerseits wegen Erhöhung der Kabeldauer, andererseits zur leichtern Passirung der Bremszangen Concave Gefällsbrüche sollen, wenn möglich, in Ausweiche und Curve vermieden und so ausgerundet werden, dass noch bei stärkerer Seilspannung ein sattes Aufliegen des Seiles auf den Rollen erfolgt.

Die Gefällsausrundungen werden am besten parabolisch, seltener kreisförmig ausgeführt und lassen sich wie folgt berechnen:

Es bedeutet

l'' = Länge der Horizontalprojection der Seilcurven an dem Gefällsbruch,
$\sin\alpha$ = Neigungswinkel der Bahn beim Wagenstand,
T = grösste Seilspannung in kg,
H = verticale Erhebung der Bahn in m,
p = Kabelgewicht in kg pro Meter,
$tg\,\alpha'$ und $tg\,\alpha''$ = Gefälle an den aneinander stossenden Strecken,
P = Gewicht des vollbelasteten Wagens in kg,
f' = Erhebung der Seilcurve am Gefällsbruch,
W = Widerstandscoefficient, der nach den Angaben der Tabelle für alle Fälle sich sicher bemessen lässt.

Nun ist

$$l'' = \frac{T}{p}(tg\,\alpha' - tg\,\alpha''),\text{*)}$$

$$T = P\sin\alpha + pH + W$$

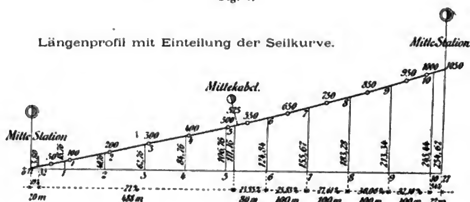
$$f' = \frac{l''(tg\,\alpha' - tg\,\alpha'')}{8}$$

Bei einer Seilbahn ist die Wahl des Längenprofils von grösster Wichtigkeit. Wie aus den Längenprofilen neuerer Bahnen hervorgeht, hat man heute mehr wie früher das Bestreben, hauptsächlich das Längenprofil längerer Bahnen an die Kettenlinie (jene Linie, welche von einer in schräger Richtung aufgehängten Kette gebildet wird), möglichst eng anzuschliessen. Jede auch nur kleine Abweichung vom theoretischen Profil bringt bemerkenswerthe Vermehrung des Wasserverbrauches, bezw. der Betriebskraft mit sich, wovon wieder schwerere Wagen, schwere Kabel, stärkere Abnutzung und damit grössere Betriebskosten die Folge sind.

Gegenüber dem Lokomotivbetrieb haben Seilbahnen den eminenten Vorzug, dass ausser der zur Ueberwindung der Reibungswiderstände aufzunehmenden Kraft nur die reine Nutzlast aufgehoben werden muss. Diese Hebung bezieht sich auf die Differenz des Gewichts des aufwärts fahrenden Zuges sammt zugehörigem Seilgewicht. Für lange Seilbahnen ist das Gewicht des Zugseils von wesentlicher Bedeutung, hauptsächlich bei Wasserlastbetrieb, wo das unveränderliche Gewicht des zu Thal gehenden Zuges die treibende Kraft bildet. Um den Einfluss desselben auf die Grösse und Regelmässigkeit der Betriebskraft zu beseitigen, muss die Steigung der Bahn dem variablen Seilgewicht entsprechend, von unten nach oben allmählich zunehmen. Ist das zu durchfahrende Terrain unten ebenso oder nahezu so steil wie oben, so lässt sich für längere Bahnen ein noch ökonomischerer Betrieb durch Anwendung eines Gegengewichts von gleicher oder nahezu gleicher Schwere wie das Zugseil erreichen. In dieser Weise hat man sich an der Biel-Magglingen- und Beatenbergbahn geholfen. An der Lauterbrunnen-Grütschbahn wurde an

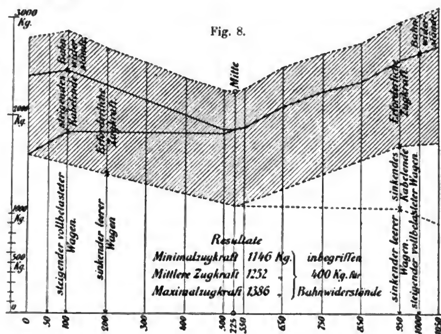
*) Vautier, Seilbahnstudien.

Fig. 7.

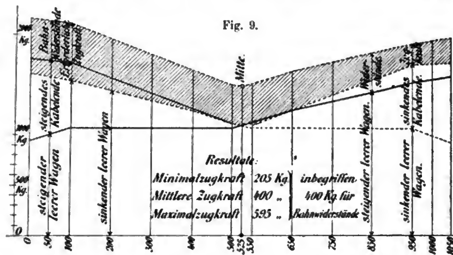


Mafsstab für Längen 1 : 10 000.
" " Höhen 25 mm = 1000 Kg.

Bestimmung der Zugkräfte für steigenden Wagen vollbelastet 8500 kg u. sinkenden Wagen leer 5000 kg bei Kabelgewicht von 3,2 kg/m.



Bestimmung der Zugkräfte für beide Wagen leer.



Stelle eines Gegenseiles die weniger vortheilhafte Betriebsart mit veränderlicher Belastung gewählt, durch successive, dem Seilgewicht entsprechende Entleerung des Wasserkastens. Bahnen mit Ballastwasserbetrieb erfordern im Allgemeinen ein Längenprofil, bei dem die zur Bewegung erforderliche Arbeit im Hinblick auf die schwierigere Fahrtregulirung während der ganzen Fahrtdauer geringern Schwankungen unterliegt, als bei Bahnen mit elektrischen Motoren, mit ihren in allen Fällen constanten Tourenzahlen. Ausser durch Tunnels, Brücken, Einschnitten und Dämme kann man sonach in gewissem Mafse auch durch das Betriebssystem, durch Curven, Gegenseile, durch Verwendung schwerer Seile als für den Betrieb nöthig wäre (z. B. Ecluse-Plan) die Ausführung einer Seilbahn zu ermöglichen suchen. Fast nur in dem Falle, wann das Terrain oben erheblich flacher liegt als unten, kann der Bau einer Seilbahn unüberwindlichen Schwierigkeiten begegnen.

Die Wahl des Längenprofils ist in vielen Fällen keine leichte, indem sie einer grossen Anzahl Forderungen Genüge thun soll, wie Vermeidung hoher Dämme und Strassenkreuzungen à niveau, Erzielung einer möglichst günstigen Seilcurve, vortheilhafte Placirung der Stationen, die Rücksichten auf Baugrund, Arbeitsvorgang und Baumaterialien für den Bau. Der Materialtransport spielt hauptsächlich bei steilern längern Bahnen eine grosse Rolle.

Die schweizerischen Seilbahnen weisen Steigungen auf bis zu ca. 60 % oder 31°. Mit der fortschreitenden Entwicklung unserer Seilbahnen wird diese Grenze für Bahnen mit Motorbetrieb voraussichtlich überschritten und die mechanischen Einrichtungen den Forderungen steilerer Rampen angepasst werden, wie durch stärkeres Schienenprofil, raschere Ausrückvorrichtungen u. a. m.

Ueber die Grösse der Zugschwankungen während der Fahrt und die vorkommenden Belastungsarten geben die graphischen Aufzeichnungen, Fig. 7—11 die nöthigen Aufschlüsse. Dieselben wurden für das Längenprofil der elektrischen Gurtenbahn zur Ermittelung des Kraftbedarfes aufgezeichnet. Es ist daraus zu entnehmen, dass selbst für ein vom theoretischen Längenprofil wenig abweichendes Profil noch erhebliche Kraftschwankungen auftreten, denn nach Fig. 11 haben wir für die verschiedenen Belastungsfälle:

	Steigender Wagen	Sinkender Wagen	Mittlere Zugkraft	Mittlerer Aufwand an PS während einer Fahrt bei 2,00 m Fahrgeschw.	Aufwand von PS — Stunden für eine Fahrt in 525 Sec.
A.	leer (5000 kg)	leer (5000 kg)	400 kg	$\frac{400 \times 2,0}{7,5} = 10,67$	$\frac{10,67 \times 525}{3600} = 1,6$
B.	mit 1000 kg Belastung	leer (5000 kg)	400 + 243 = 643 kg	$\frac{643 \times 2}{75} = 17,15$	$\frac{17,15 \times 525}{3600} = 2,5$
C.	3500 kg Vollbelastung	leer	400 + (3,5 × 243) = 1252 kg	$\frac{1252 \times 2}{75} = 33,4$	$\frac{33,4 \times 525}{3600} = 5,0$
D.	leer (5000 kg)	vollbeladen 8500 kg	400 — (3,5 × 243) = — 452 kg mittlere überschüssige Zugkraft	$-\frac{452 \times 2}{75} = -12,10$	—

Derartige Aufzeichnungen sind für Motorbahnprojecte zu empfehlen, indem sie in übersichtlicher Weise die Grundlagen für die Kraftcentrale geben.

Bestimmung der Zugkräfte für steigenden Wagen leer (5000 kg) und für sinkenden vollbelastet (8500 kg.)

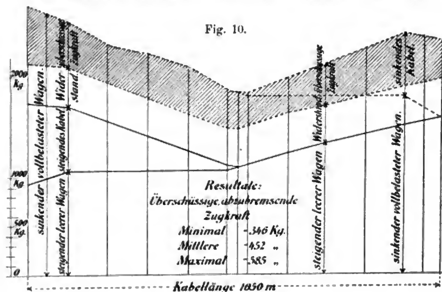


Fig. 10.

Vergleichung der Zugkräfte für die verschiedenen Belastungsfälle.

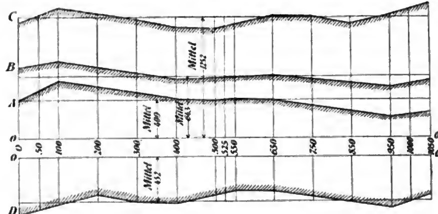


Fig. 11.

Neuere Normalprofile zweischieniger Anlagen.

Maafsstab 1 : 100.

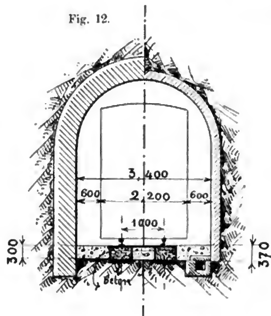


Fig. 12.

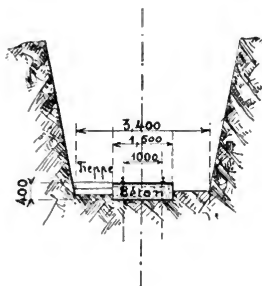


Fig. 13.

Unterbau.

Wie alle Theile einer Seilbahn bietet auch die Unterbauconstruction reiche Mannigfaltigkeit, indem sie sich der Grösse der Bahnneigung, der Oberbauconstruction und oft schwierigen Terrainverhältnissen anzupassen hat. So sind Unterbaukörper in Eisen, Mörtelmauer, Beton, Schotter, ganz, oder zusammengesetzt aus zweien dieser Bauarten, entstanden. Die Anzahl der Unterbautypen hat sich jedoch insofern vermindert, als drei und vierschienige Seilbahnen seit 10 Jahren nicht mehr gebaut worden sind und auch wohl nur noch in seltenen Fällen zur Ausführung gelangen werden. Der für zweischienige Anlagen viel leichter zu bauende Unterbau ist in der Regel bis zu Steigungen von etwa 30% mit einem Schotterbett gedeckt, das beiderseitig mit Steinbanketten eingefasst ist (Fig. 15—17), oder wir finden ihn für steilere Rampen ganz oder theilweise gemauert oder betonirt. Gewöhnlichen Unterbau im untern Theil und betonirten im oberen steileren, durch Einschnitte oder Tunnels führenden Theil, haben nur die neueren Bahnen Lausanne-Signal, Biel-Leubringen und Rheineck-Walzenhausen (Fig. 12—17). Die von 17

Fig. 14.

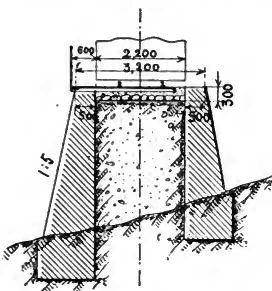


Fig. 15.

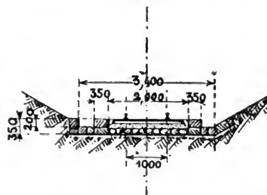


Fig. 16.

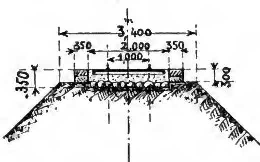
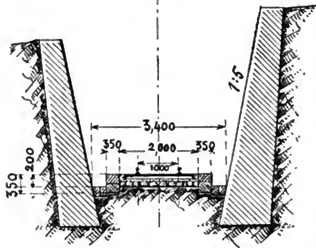


Fig. 17.



auf 60% steigenden Salvatorebahn hat durchgehends gemauerten Unterbau, ebenso die 23,5—31,1% Steigung aufweisende Bahn Ragaz-Wartenstein und die 36—47% steigende Schatzalpbahn, während die Stanserhornbahn nur auf der II. und III. Section und die mit 13—54% Steigung gebaute Vevey-Pélerinbahn erst von 30% Steigung an gemauert

ist. In allen Fällen hat der Unterbau-Mauerkörper zweischieniger Anlagen 1,5 m Kronenbreite, 1/5 Anzug, wenigstens 50 cm Höhe, ist in den Baugrund eingetreppt, horizontal geschichtet und oben mit einer Rollschicht winkelrecht zum Geleise abgedeckt. Die Bauweise ist derart, dass zunächst nach Abstufung des Baugrundes und der Profilirung der Mauerkörper in Kalkmörtel ohne die Rollschicht fertig erstellt wird. (Taf. 5, Fig. 18.) Nachher erfolgt das Ausfugen an den Seitenflächen mittelst Cementmörtel. Etwa 35 cm über der abgestuften Mauer wird sodann der gesammte Oberbau mit Seilrollen provisorisch verlegt und unterstützt, worauf die Rollschicht sorgfältig eingebracht wird, die an den Aussenseiten nicht weniger als je 30 cm breit im Verband eingreift. (Taf. 6, 7 und 8, Fig. 19—21.)

Die letzten Arbeiten bestehen in der Regulirung des Geleises und in der Ausgiessung der Rollschichtfugen mit Cementmörtel (Taf. 8, Fig. 22). Die Querschwellen sind stets aus Winkeleisen, gewöhnlich von 120 × 80 × 9 mm die sich auf die ganze Breite der Mauer erstrecken und mit dem kürzern Schenkel in dieselbe versenkt sind. Je nach der Bahnneigung werden zwei oder mehr Schwellen per Schienenstoss mit je zwei Schrauben mit dem Unterbau verankert, obwohl sich eine solche Sicherung bei den Bremsproben noch nie als nothwendig erwiesen hat. Der soeben beschriebene Unterbau wird seit 10 Jahren gebaut und hat sich in jeder Hinsicht als mustergiltig gezeigt.

Zur leichtern Begehung der Bahnstrecke sind auf steilern Rampen als etwa 40% mitten im und neben dem Bahnkörper Trittstufen aus flachen Steinen hergestellt. Auf gemauerten Dämmen ermöglichen Laufstege den entgegenkommenden Wagen auszuweichen (Taf. 4, Fig. 23). Schwieriger gestaltet sich Unter- und Oberbauconstruction für steile, zweigleisige Anlagen. An der Territet-Glion-Bahn bilden Granitquader den obern treppenartigen Abschluss zweier den Bahnkörper begrenzender Mauern, zwischen welchen eine Diensttreppe liegt. Die Schwellen bestehen aus alten Stahlschienen und lagern zweimal in entsprechend geformten gusseisernen Sätteln; diese unvortheilhafte Construction wurde bei Anlass des Bahnumbaues auf die Länge von 220 m derart verbessert, dass die Mauerrippen glatt und rollscharförmig abgedeckt und die Querschwellen sammt Sätteln in Betonguss versenkt worden sind.

An der Lauterbrunnen-Grütsch-Bahn ruhen die 2,30 m langen Querschwellen aus Zoreseisen auf zwei Längsbalken aus Lerchenholz und letztere wieder auf zwei durchgehenden, oben 0,50 m starken Stützmauern. Querschwellen und Längsbalken sind an ihren Kreuzungsstellen unter sich und alle 2 m auch durch Steinschrauben mit dem Mauerkörper verbunden. Zwischen den abwechselnd 5,60 und 3,60 m langen Längsbalken sind Betonkörper von 40 cm Länge und 50 cm Breite eingeschoben, um das Abrutschen des Oberbaues zu verhüten und die Steinschrauben zu entlasten.

In zwei Fällen ruht der Oberbau von etwa 4/5 der Bahnlänge auf einer Eisenconstruction, welche in kurzen Abständen auf eiserne Stützen gelagert ist (Taf. 1 und 3, Fig. 24 u. 25).

Für eine Strassenunterführung der Geissbergbahn, die durch einen der belebtesten Stadttheile Zürichs führt, kam eine Brücke mit drei Oeffnungen zu 12 m und eine Oeffnung zu 9 m nach System Hennebique zur Ausführung Für eine Stein- oder Betonbrücke war nicht genügend Raum vorhanden, ebensowenig für eine gefällige Eisenconstruction, welch letztere ausserdem beim Befahren zu viel Geräusch verursacht hätte. Im vorliegenden Falle entsprach somit armirter Beton am besten allen Anforderungen.

Zwischen dem Lichtraumprofil und dem Begrenzungsprofil der Wagen wird ein seitlicher Abstand von mindestens 60 cm eingehalten (Fig. 12—17).

Niveauübergänge werden vermieden und Strassen über- oder unterführt und die Zahl der Wegkreuzungen überdies durch Anlage von Parrallelwegen zu vermindern gesucht. Kreuzungen der Bahn für Grundeigenthümer werden mitunter durch einen Holzbelag geschaffen, zwischen dem das Kabel geführt ist.

Seilbahnen werden fast durchwegs eingefriedigt.

In Tunnels sollte das Oeffnen der Wagenthüre wenigstens nach einer Seite hin möglich gemacht werden. Wo sie nicht ausgemauert oder verkleidet sind, muss von vornherein der nöthige Raum für die Ausmauerung ausgesprengt werden. Nischen werden alle 50 Meter angebracht.

Stützpunkte für den Oberbau werden am wirksamsten am obern Ende der Dämme und so ausgeführt, dass sie bis auf den gewachsenen Boden reichen. Gegen die Verschiebungen des Bahngestänges thalwärts auf grossen Dämmen, wie wir solche beispielsweise auf der Beatenbergbahn haben, sind weder die stärksten Betonsätze noch die sorgfälltigste Bahnunterhaltung wirksam. Fast alljährlich müssen dort Strecken vom Oberbau abgebrochen werden, um den Zwischenraum an den Stössen auf das ursprüngliche Mafs zurück zu bringen. Später gebaute Bahnen haben diesen Uebelstand umgangen, indem an Stelle hoher Erddämme gemauerte Viaducte oder eiserne Brücken traten. Die Betonsätze der Beatenbergbahn haben im Grundriss Hufeisenform und erstrecken sich über 5 Querschwellen. Bei den zweischienigen neuern Bahnen stützen sich gewöhnlich nur die beiden Schwellen eines Schienenstosses gegen den Betonkörper.

Die Transporteinrichtungen für den Bau bestehen gewöhnlich für kleinere Distanzen aus Schubkarre, Tragbarre, Schlittten auf Decanvillegeleise und für grössere Transporte thalwärts aus einem Seilbähnchen mit Geleise, Ausweiche und Kippwagen mit Sparrenbremse für den niedergehenden Wagen. Bei längeren Seilbahnen wird häufig nach vorgerückterem Baue eine primitive Seilbahnanlage durch einen Motor betrieben. An der Stanserhornbahn wurde jeder Betriebsmotor bei geschlossenem Stromkreis auf einen Wagen gestellt; er wickelte sich dann selbst zu seinem Bestimmungsort hinauf. Wie dann die Motore aufgestellt waren, wurden sie benutzt, um die Reservemaschinen und sämmtliches Material für die Stationen und das Hôtel hinauf zu ziehen. Für den Unternehmer ist es von grosser Wichtigkeit, die Transporteinrichtungen vor dem Baue gründlich zu studiren und sich ein klares Bild über den ganzen Bauvorgang zu verschaffen. Unterlassungen in dieser Hinsicht sind nicht selten theuer bezahlt worden.

Oberbau.

Vor dem Baue der Stanserhornbahn besass jede Bahn ihre eigene Oberbauconstruction und erst durch den Wegfall der Zahnstange für Motorenbahnen und durch die spätern Bauten mit nur zwei Bahnschienen sind wir zu wenigen und einheitlichen Oberbautypen gelangt. In neuerer Zeit sind selbst für nur sehr kurze Bahnen an Stelle drei- oder vierschieniger Geleisanlagen zweischienige getreten, hauptsächlich mit Rücksicht auf die viel einfacher werdenden Stationen und auf die raschere und bequemere Verladungsweise. Zumal bei starkem Verkehr ist es wünschenswerth, die Einrichtung in der Station derart zu haben, dass, während Passagiere von der einen Seite aussteigen, fast gleichzeitig von der andern Wagenseite aus der Wagen frisch besetzt werden kann. Zweischienige Bahnanlagen haben sich auch für kurze Bahnlängen bewährt, wenn die für solche Anlagen etwas ungünstige Anspruchnahme des Kabels durch die Wahl einer schlanken, geringe Ablenkungswinkel gebenden Ausweichung berücksichtigt wurde.

Schienenstoss neuerer Bahnen.

Fig. 26.

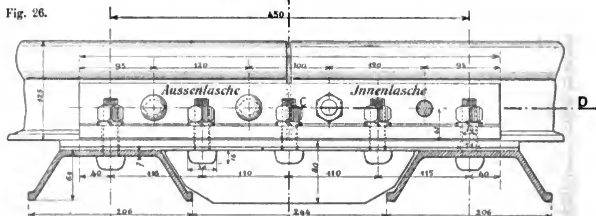


Fig. 28.

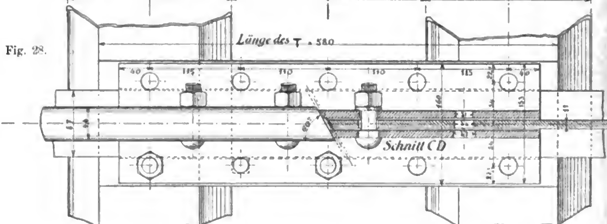
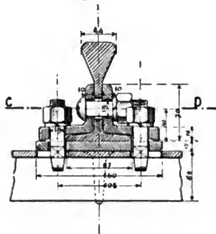


Fig. 27.



Mafsstab 1 : 5.

Fig. 29.

Verbindung der Schiene mit einer mittleren Schwelle.

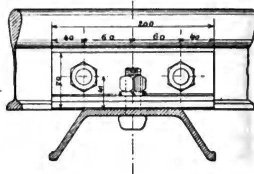
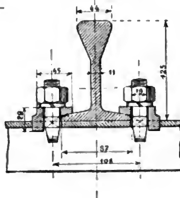


Fig. 30.

Befestigung auf den gewöhnlichen Schwellen.



Nach dem heutigen Stand der Seilbahntechnik sind hauptsächlich das Betriebssystem und die Bahnneigung bestimmend für die Wahl der Oberbauconstruction. Wasserlastbetrieb fordert Zahnstange und Regulirung der Fahrgeschwindigkeit durch die Wagenbremsen, während Motorbetrieb die Fahrt von der Station aus regulirt und für Nothbremsungen die Laufschienen verwendet werden. Diese besitzen schräg aufsteigende Kopfflächen, an welche sich Bremsbacken mit satter Berührung anlegen und durch die nach unten gerichtete Componente des Bremsdruckes eine solide Verankerung des Wagens mit der Schiene hervorbringen.

Der Oberbau der Motorenbahnen ist in neuerer Zeit in den Grundzügen immer der nämliche geblieben und erscheint durch folgende Einzelheiten gekennzeichnet: Stahlschienen von 10 m Länge, 125 mm Höhe und 23,2 kg Gewicht; gerade Zoresschwellen für Schotterbettung 1,60 m lang, 6 cm hoch, 2,06 cm breit und 13,6 kg/m schwer; gerade Winkellaschen für Mauer- oder Betonbettung, 1,50 m lang von 120 × 80 × 0,9 cm und 14 kg/m Gewicht; Winkellaschen an den Stössen und in der Mitte jeder Schiene, Klemmplättchen und Hackenschrauben; Schwellenabstand 1 m, am Schienenstoss von Schotterbettung 45 cm (Fig. 26—30). Seit dem Baue der Stauserhornbahn wurden Schienenprofil und Schienenstossconstruction verstärkt. An der Gurtenbahn sind die Schienenenden unter 60° Neigung geschnitten und zwischen Schienen und Schwellen lagert ein kräftiges ⊥-Eisen, um eine möglichst unverrückbare Lage der Schienenenden zu erhalten. (Fig. 28.) Diesen soliden, Ueberzähne verhütende Schienenstoss hat seither die Behörde bei allen nachfolgenden Bauten verlangt. — Die Spurweite beträgt ohne Ausnahme 1 m, ein Raum, welcher durch die Plazirung schiefer Seiltragrollen vollständig ausgenützt wird. Die Ausweichconstruction zeigt Taf. 4, Fig. 31. Sie muss ein Begegnen der Wagen in der Bahnmitte auf etwa 1½ Wagenlänge ermöglichen, bei einer Entfernung der Gleismitten, die zwischen den beiden Wagen einen lichten Raum von mindestens 60 cm gestattet. An der Salvatorebahn tritt an Stelle der Ausweiche eine Umsteigestation die ein billiges Längenprofil ermöglichte und nöthigenfalls erlaubt, in jede Bahnhälfte eine Ausweiche einzuschalten um damit die Leistungsfähigkeit zu verdoppeln.

Der Oberbau der Seilbahnen mit Wasserlastbetrieb hat bei zweischieniger Gleisanlage gewöhnliche Laufschienen und in der Gleismitte eine Zahnstange. (Taf. 3, Fig. 25.) Auch bei dieser Anordnung verlangt das Passiren der Ausweiche, dass die inneren Laufräder ohne, die äusseren mit zwei Spurkränzen versehen werden. (Fig. 35.) Da nun der eine Wagen seine Leiträder auf der linken, der andere aber auf der rechten Seite hat, so muss ersterer immer das linke, letzterer das rechte Gleise der Ausweichung passiren, wobei die flachen Räder die Kreuzungsstelle anstandslos befahren können. Solche Räder schliessen keinen Nachtheil in sich; sie gewähren sogar dem Wagen eine präzisere Führung und ermöglichen einen beinahe beliebig grossen festen Radstand auch bei kleinen Kurvenradien. Die Zahnstangen werden nach den Systemen Riggenbach, Abt und Strub ausgeführt. Letzteres kam neulich für die Seilbahn Montmartre in Paris zur Ausführung. Bei allen drei Systemen ist eine fortlaufende Verankerung an der Ausweiche, wo die Zahnstange sich theilt, möglich. (Fig. 36, 37 u. 38.)

Die Verankerungen bezwecken die Verhütung des Ausglitschens des Zahnrades bei Bremsungen und sind deshalb hauptsächlich bei steilen Rampen von grosser Wichtigkeit, wo die Auftriebkräfte die Grösse der Achsbelastungen überschreiten können. Bei steileren Bahnen wird dann auch stets die Bremskraft gleichmässig auf beide Zahnradachsen zu verteilen gesucht. — In der Ausweichung darf die Zahnstange nicht höher sein als die

Fig. 36.

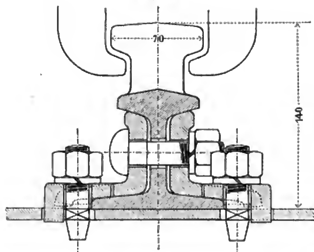


Fig. 36a.

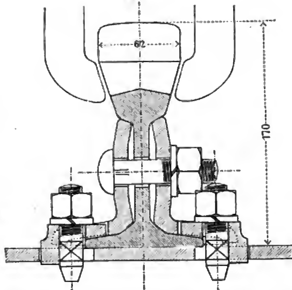


Fig. 37 *).

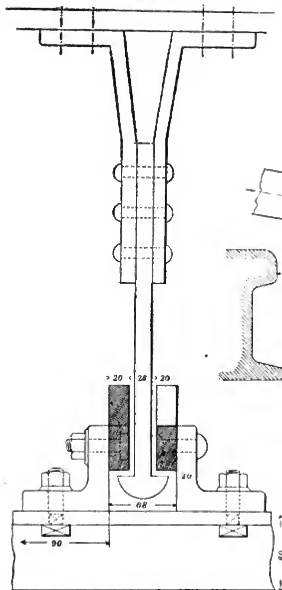
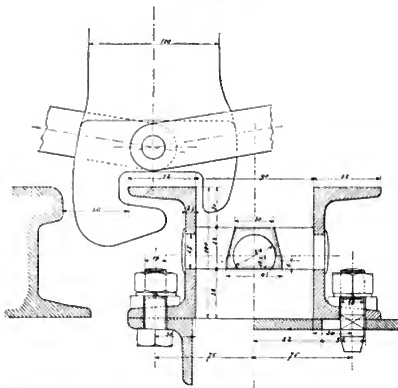


Fig. 38.



Zahnstangentypen für Seilbahnen.

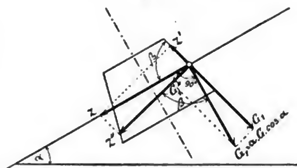
*) Cliché aus Walloth's Drahtseilbahnen.

Laufschiene, damit das Laufrad ohne Spurkränze die Zahnstangen kreuzen kann. Der aufwärts fahrende Wagen kreuzt sodann am oberen Ende der Ausweichung das Kabel, das deshalb stets etwas tiefer plazirt sein muss als Schienen-Oberkante. Die automatischen Ausweichen haben sich seit ihrem fünfzehnjährigen Bestande gut bewährt. Mit Rücksicht auf die Kabeldauer sollten nur die Ausweichradien nicht zu knapp und in günstigem Verhältnis zum Kabeldurchmesser gewählt werden. Ferner ist eine ganz solide und sorgfältige Lagerung der Seilrollen am oberen Ausweichende erforderlich, wo die breiten Laufrollen das Kabel überkreuzen müssen. Nichtbeachtung dieser Mafsregel hatte schon einige Male die Ueberfahrung desselben zur Folge.

An einigen dreischienigen Seilbahnen finden wir eine unsymmetrische Lage der Zahnstange, um das Kabel näher an die Gleisachse rücken und so den Seitendruck der Laufräder abschwächen zu können. (Taf. 2, Fig. 39.) Ferner wählte man an drei Bahnen mit zweischieniger Gleisanlage 1,20 m Spur, indem der Raum für Rollenplazirung und Bahnbegehung zwischen Schiene und Zahnstange bei 1 m Spur zu knapp befunden wurde. (Fig. 35.)

Im normalen Seilbahnbetrieb erleiden die Zahnstangen eine geringe Anspruchnahme und die Abnutzung ist heute selbst bei den ältesten Bahnen eine kaum bemerkbare. Sie kann aber während der Thalfahrt durch zu rasches oder erst bei grösserer Fahrgeschwindigkeit eintretendes Bremsen mit oder ohne Seil weit über das normale Mafs beansprucht werden und soll auch in solchen Fällen hinreichend widerstandsfähig sein und sichern Zahneingriff gewähren. Bei rascher Bremsung erzeugt nämlich die am Wagenschwerpunkt parallel zur Bahn wirkende lebendige Kraft ein Moment, dessen Hebelarm gleich ist dem Abstande des Schwerpunktes von der Theillinie der Zahnstange und stets belastend auf die untere und entlastend auf die obere Achse wirkt, gleichviel, ob beide Achsen gebremst sind oder nur eine derselben. Mit Rücksicht auf die Stabilität ist folglich grosser Radstand, niedrige Schwerpunktslage, Anbringung von Fanghaken am oberen Wagenende und starke Belastung der oberen Achse anzuordnen. Von weiterem Einfluss auf die Gefahr des Aufsteigens der Zahnräder ist bei der Thalfahrt die Grösse des Zahndruckes. Der an der Zahnflanke wirkende Zahndruck Z (Fig. 40) zerlegt sich in 2 Componenten, Z' in der Richtung der Flanke und Z'' senkrecht zu derselben. Z' sucht nun das Rad zu entlasten, und Z'' begünstigt das Aufsteigen ebenfalls durch seine Reibung. Diesen beiden Auftriebkräften wirkt entgegen das Wagengewicht G_1. Ihre Componente G_1'' verstärkt noch den Zahndruck Z'' und somit auch die den Auftrieb begünstigende Reibung, so dass den Auftrieb allein G_1' zu verhindern sucht. Die Bedingungsgleichung gegen das Aufsteigen ist somit $G_1' \geqq Z' + f(Z'' + G_1'')$, wenn mit f der Reibungscoefficient zwischen Zahnrad und Zahnstange bezeichnet wird. Die Sicherheit des Zahneingriffes fordert also weiterhin gute Schmierung der Zahnstange und Bremsen, die den Zahndruck gleichmässig auf beide Achsen vertheilen. Die Stärke der Zahnstangenzähne muss aber auf den grössten vorkommenden Zahndruck und im Hinblick darauf, dass derselbe während des Bremsens nicht konstant ist, sondern von Null ansteigt, nach folgender Formel berechnet werden.

Fig. 40.



$$Z\max = G\left(\frac{v^2}{g\,s} + \sin \alpha\right),$$

wo bezeichnet: v die Fahrgeschwindigkeit in sec/m, s den Bremsweg in m, g die Beschleunigung der Schwere und G das Wagengewicht in kg.

Den Bremsweg s möglichst konstant und auf das Mafs von etwa 1—4 m zu bringen war das Ziel der neueren Bremskonstruktionen und ist auch erreicht worden. Unter der Annahme, dafs der Zahndruck sich durch das Bremsen um das b-fache vergrössere und dass der Neigungswinkel der Zahnflanke gegen die Bahn mit β oder $\cos \beta = p$ und $\sin \beta = q$ bezeichnet werde, ergibt sich die zulässige Maximalsteigung der Bahn

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a\,(q - f\,p)}{b\,(p + f\,q)}$$

wobei a denjenigen Teil des Wagengewichtes angibt, welcher auf der Bremsachse ruhen muss, um ein Aufsteigen des Zahnrades zu verhüten.

Der Coefficient b des grössten Zahndruckes ergibt sich aus vorstehenden Gleichungen

$$b = \frac{v^2}{s.\,g.\,\sin \alpha} + 1.$$

Obige Formeln gelten für alle drei Zahnstangensysteme auch für das Abt'sche, bei dem aus bekannten Gründen trotz der Zweitheiligkeit keine höheren Bahnneigungen zulässig sind als bei den übrigen Systemen.

Drahtseile.

Die Fabrikation der Drahtseile war schon dem frühen Alterthum nicht unbekannt. Eine besondere Art derselben stellten schon die alten Egypter her, wie metallene Theilstücke beweisen, deren Entstehung von Kennern auf das Jahr 1700 v. Chr. zurückgeführt wird. Im South Kensington Museum kann man noch heute ein Stück Draht sehen, das von den Einwohnern von Ninive angefertigt wurde und zwar ungefähr um's Jahr 800 v. Chr. Auch Plinius spricht von dieser Fabrikation und andere Schriftsteller jener Zeit erwähnen ähnliche Industrien. Im Mittelalter hatte man die sogenannten Drahtschmiede, die sich jedoch in der Hauptsache auf das Ziehen von Drähten aus edlen Metallen beschränkten und erst im 14. Jahrhundert finden wir in Deutschland die Anfänge der jetzigen Methode des Drahtziehens.

Trotzdem in späteren Jahren die Drahtindustrie auch in England festen Fuss fasste, ist dieselbe doch in Deutschland zur grössten Ausdehnung gelangt. Sie ist mit ihren vielen Abzweigungen und in den verschiedenen Entwicklungsstufen sehr interessant, in dem Folgenden wird aber nur der Theil derselben beschrieben, der mit der Herstellung von Drahtseilen in engerem Zusammenhang steht.

Man benutzte anfänglich die alten Hanfseilmaschinen, die so abgeändert wurden, dass man an Stelle der Hanflitzen solche von Eisendraht einspannen konnte. Diese primitive Methode wurde jedoch bald durch Verbesserungen in der Seilconstruction verdrängt. Zur Zeit behauptet sich allein die Fabrikation von Stahldraht, der der Eisendraht fast ganz hat weichen müssen. Bei der Herstellung verfährt man mit grosser Vorsicht, indem man die Stahlstangen vor dem Weiterverarbeiten einer genauen Prüfung unterzieht, um sicher zu sein nur bestes Material zu verwenden, was natürlich das Haupterforderniss ist, wenn man tadellose Seile erzielen will. Nach bestandener Prüfung gelangen die Stäbe in das Temperirhaus, wo sie in einem Bleibad gehärtet werden. Dieser Prozess wird als Fabrikgeheimniss gewahrt. Dann folgt das sogenannte Spitzen der Stäbe in der Schmiedewerk-

statt: ein Ende des Stabes wird im Feuer heiss gemacht und auf dem Amboss zugespitzt, um ein leichteres Einführen in die Löcher der Ziehplatten zu ermöglichen. Dann werden die Stäbe gebeizt, d. h. vorsichtig in eine Säurelösung getaucht und in Wasser abgespült, um Fett und Schmutz zu entfernen. Ein darauf folgendes Eintauchen in Kalkwasser macht sie zum Einbringen in die Trockenöfen fertig, die mit einem Boden aus Eisen versehen sind, darunter beständig ein Feuer zur Erhaltung der richtigen Wärme brennt. Hier werden die Stäbe nach und nach vollständig ausgetrocknet.

Die Stäbe sind jetzt soweit fertig, dass sie in die Drahtziehabtheilung gebracht werden können. Die Maschinen bestehen aus einer Anzahl Trommeln, die sich horizontal um vertikale Achsen drehen und auf einem langen Tische angeordnet sind, auf dem sich gleichzeitig Rahmen mit durchlochten Platten befinden; vermittelst der Trommeln werden die Stäbe durch die Löcher der Platten gezogen. Durch einen seitlich vom Tisch befindlichen Hebel können sie augenblicklich in Bewegung gesetzt werden. Die Zangen, die den Stab halten, werden durch eine an der Achse befindliche Excenterscheibe um einige Zoll zurückgedrückt. Auf diese Weise wird der Stab frei und die Zangen welche durch die Umdrehungen der Achse wieder nach vorn kommen, fassen den Draht wieder automatisch an der Ziehplatte. Dies ist eigentlich das ganze Verfahren, welches man so oft wiederholt bis eine Länge Draht gewonnen ist, die hinreicht einmal um die Trommel zu gehen, dann wird durch Rotation der ganze Stab in Draht verwandelt und dieser auf die Trommel aufgewickelt. Durch Wiederholung dieses Verfahrens auf andern Trommeln und durch Löcher von immer kleinerem Durchmesser kann dann der Draht auf jede beliebige schwache Nummer gebracht werden. Es verdient erwähnt zu werden, dass die so behandelten Drähte beim Durchgehen durch die sich verjüngenden Oeffnungen weder zerschnitten noch zerquetscht werden, denn trotzdem der Durchmesser geringer wird, ist doch kein Gewichtsverlust zu konstatiren, da dem geringeren Durchmesser eben die grössere Länge des gezogenen Drahtes entspricht. Der ganze Vorgang geschieht selbstthätig, nur ein Arbeiter ist erforderlich um das Schmieren zu besorgen.

Wenn die Drähte bis zur gewünschten Stärke gezogen sind, entfernt man sie von den Trommeln und bringt sie in den Probirraum, wo sie sorgfältigen Prüfungen auf ihre Leistungsfähigkeit unterzogen werden. Man untersucht sie auf Biegsamkeit, Torsion und Dehnbarkeit, die rechtswinkelige Biegung um die Zähigkeit des Materials festzustellen geschieht von Hand. Der Arbeiter nimmt ein Stück von jedem Ende eines Ringes Draht, biegt es scharf in einen rechten Winkel und dreht es so lange um die Achse bis es bricht. Zur Prüfung auf Dehnung bedient man sich einer Maschine mit beschwertem Hebel, ein Indicator giebt genau das Gewicht an, mit welchem der Draht im Momente des Zerreissens belastet ist. Die Torsionen werden an einem Stück von 8" Länge vorgenommen und bis zum Brechen des Drahtes fortgesetzt.

Nach Vornahme dieser Proben werden die Drähte, welche sie bestanden haben, in einen anderen Raum geschafft und den Seilmachern übergeben. Die Sorgfalt in der Fabrikation geht so weit, dass die einzelnen Drahtringe hier nochmals ähnliche Proben bestehen müssen, das Ergebniss derselben wird sorgfältig registrirt, so dass man von jedem einzelnen Drahte weiss, was er auszuhalten im Stande ist und demzufolge für jedes Seil die passende Drähte wählen kann. Die Verseilungsmaschinen stellen die einzelnen Litzen und fertigen Seile her und werden von grossen Transmissionswellen angetrieben.

Nun werden die Drähte auf riesige Spulen gewickelt und in die Litzenmaschinen gebracht und zwar so viele Spulen in jede Maschine, als Drähte in den Litzen sein sollen.

Diese Maschinen sind in der Weise konstruirt, dass die Enden der aufgewickelten Drähte durch die in dem rotirenden Rahmen angebrachten Löcher und dann durch ein festes Endstück auf die Ziehtrommel gehen. Die Seele von Draht oder Hanf wird inmitten der Drähte durch die hohle Welle des rotirenden Theiles der Maschine gezogen. Bei grösseren Litzenlängen als etwa 1000 m werden die Drähte, um die nöthige Länge zu erzielen, zusammengelöthet, so dass man Litzen von fast jeder beliebigen Länge herzustellen vermag.

Die Ziehtrommeln mit den darauf gewickelten Litzen werden nunmehr in die Maschinen gebracht, in denen die Litzen zu Seilen versponnen werden. Diese Maschinen sind ähnlich wie die Litzenmaschinen gebaut, arbeiten jedoch mit viel geringerer Tourenzahl. Eine Art derselben ist im Stande ungefähr 80 000 kg Litzen in fortlaufender Länge zu einem Seile zu verspinnen. Derartige Maschinen haben 6 Spulen, von denen jede 4000—5000 kg wiegen. Sie sind ausserordentlich stark gebaut, die Spulen allein wiegen etwa 400 kg, dieselben werden ebenso wie die anderen schweren Lasten vermittelst Laufkrahnen bewegt. Die ganze Herstellung der Drahtseile geschieht, wie man sieht, fast ausschliesslich auf Maschinen, Menschenkräfte werden nur zur Bedienung derselben gebraucht.

Der Endprozess des Zusammendrehens der Seile ist sehr einfach: sobald die Spulen von den Litzenmaschinen genommen und in die Seilmaschinen gebracht sind, werden die Enden der Litzen von den Spulen auf den feststehenden Theil der Maschine gezogen und zu einem Seile gedreht, zwischen dem schon beschriebenen Endstück und einer feststehenden Vorrichtung zum Aufwickeln. Zu gleicher Zeit wird die Seele in der Mitte der Litzen von einer Trommel durch die hohle Welle gezogen, die in dem Endstück ausläuft.

Bei der Fabrikation von Drahtseilen war es früher Brauch, die Drähte in den Litzen nach einer Richtung und die Litzen in den Seilen nach der anderen Richtung zu schlagen, um wie man meinte dem Seile einen festen Halt zu geben und ein Spleissen zu ermöglichen. Diese Methode Kreuzschlag wurde zum grossen Theil verdrängt durch das im Jahr 1879 patentirte Verfahren des Mr. John Lang, das von Geo. Cradock u. Cie. zuerst aufgenommen wurde.

Nach Lang's Methode werden die Drähte in den Litzen und die Litzen im Seile nach derselben Richtung geschlagen. Die Seile werden dadurch glatter und die nutzbare Oberfläche der Drähte grösser. Wenn die Drähte nach langer Arbeitsleistung abgenutzt sind, so brechen sie nicht auf den Kronen, wie es bei den Seilen alter Construction der Fall ist und die Seile selbst gewinnen das Aussehen eines biegsamen Eisenstabes. Durch den Umstand, dass die Drähte in den Lang'schen Seilen mehr axial liegen, werden der Abnutzung grössere Oberflächen dargeboten, und damit eine besonders starke Abnutzung einzelner Strecken des Drahtes vermieden. Auch wird das natürliche Bestreben der Drähte, sich gegenseitig zu zerschneiden, vermindert, so dass die Haltbarkeit der Lang'schen Seile naturgemäss eine längere sein muss.

Die in den Seilen enthaltenen Seelen werden je nach Erfordernis entweder aus Hanf oder Draht hergestellt, oder aus beiden Materialien zusammen. Zu Hanfseelen wird nur bester russischer Hanf verwendet. Erst wird er durch Maschinen vom Schmutz und etwaigen fremden Bestandtheilen befreit, dann auf gewöhnliche Weise gesponnen, wie man dies in den Flachs- und Baumwollspinnereien, oder auch bei jedem Seiler sehen kann. Nachdem die Fasern gesponnen sind, taucht man sie in Theer und verspinnt sie zu Hanfseilen, die dann geeignet sind, in die Drahtseilmaschinen als Seelen eingelegt zu werden. Falls man die Seelen aus Draht nimmt, ist der Vorgang im Wesentlichen derselbe, wie er schon bei der Herstellung von Litzen und Seile geschildert ist.

In der Schweiz sind bis vor wenigen Jahren fast ausschliesslich Kabel nach Kreuzschlag in Betrieb gewesen, heute sehen wir die Kabel durch Lang-System fast ganz verdrängt. Ausser diesen beiden Verseilungsarten ist für Bahnen mit Wasserlastbetrieb noch eine dritte, die geschlossene Seilconstruction, in Anwendung (Fig. 41). Diese Construction geschlossener Seile unterscheidet sich in folgenden Punkten wesentlich von der älterer Seile.

Fig. 41.



1. Sämmtliche Drähte sind in concentrischen Lagen um einen Kerndraht angeordnet.

2. Abgesehen von 1 bis 2 Lagen dünnerer innerer Runddrähte haben die Drähte der übrigen Lagen derartige polygonale Querschnitte, dass Zwischenräume zwischen den Drähten nicht bestehen. Den Runddrähten folgen Drähte von segmentförmigen, diesen solche von S-förmigem Querschnitt. Letztere überplatten sich gegenseitig, wodurch die verschlossene Construction hergestellt wird.

3. Die Drähte je zweier aufeinander folgender Lagen sind ineinander entgegengesetzt laufenden Schraubenlinien aufgesponnen.

4. Die Drähte der letzten äussern Decklage werden bei der Fabrikation unter einer maschinell genau bestimmten stärkern Spannung wie die innern Drähte aufgesponnen.

Im Betriebe verlangen geschlossene Seile keine vorsichtigere oder schonendere Behandlung wie Rundseile, dagegen erfordern sie grössere Vorsicht beim Auflegen, indem sie sehr empfindlich gegen Stauchungen sind und deshalb Schlaufen sorgfältig vermieden werden müssen. Eine vollständige Sicherheit des Seileinbandes lässt sich trotz der glatten Oberfläche der Seile leicht in der gewöhnlichen Weise erzielen.

Die geschlossenen Seile haben bei gleicher Materialfestigkeit gleichen Gesammtmetallquerschnitt und somit gleicher Gesammtbruchfestigkeit der zu vergleichenden Seile, einen wesentlich geringeren Durchmesser wie gewöhnliche Rundseile. Bei gleichen Voraussetzungen sind die geschlossenen Seile um das Gewicht der Hanfseele leichter als die gewöhnlichen Seile.

Die geschlossenen Seile längen sich selbst während einer lang andauernden Betriebszeit sehr wenig. Diese Eigenschaft beruht in den Constructionseigenthümlichkeiten, weil die Windungsrichtungen benachbarter Drahtlagen wechseln, d. i. abwechselnd einmal rechtssinnig und einmal linkssinnig verlaufen, und weil die geschlossene Construction leere Querschnitte nicht enthält. Bei der Belastung des Seiles treten innerhalb jeder Drahtlage drei Tendenzen ein: Eine auf steilen Stellen der Schraubenlinie der einzelnen Drähte (Torsionirungs-Tendenz), eine zweite auf Strecken der Drahtlagen (Längungs-Tendenz), eine dritte auf Verringerung des lichten Querschnittes der einzelnen Drahtlagen (Contractions-Tendenz des Querschnittes). In Folge der gemeinsamen Wirkung der obigen Constructionsbedingungen kann aber keine dieser Tendenzen thatsächlich in Wirkung treten. Der Wechsel in der Aufspinnungsrichtung erzielt, dass jede Lage in einem entgegengesetzten Sinne sich aufzudrehen bestrebt ist als die Nachbarlage. Hierdurch bremst gewissermaassen bei der innigen Berührung und der durch die Belastung bedingten Tendenz auf ein Nähertreten der Drähte der Seilmitte zu jede äussere Drahtlage die innere und wird auch von dieser wieder gegen ein Abgleiten im Sinne einer Streckung der Drahtlage gebremst. Je grösser die Last am Seil wird, desto stärker wird auch die bremsende Wirkung. Zur Erzielung derselben ist die Gesammtlast vom Seile möglichst zu gleichen Theilen auf rechts- und linkssinnig drehende Drahtquerschnitte zu vertheilen.

In Folge der glatten Oberfläche und der hiermit verbundenen grösseren Auflagefläche und des ruhigen Ganges geschlossener Seile ist der Verschleiss der Deckdrähte sehr gering.

Aus den gleichen Ursachen ist die Schonung der Seilrollen eine fast vollkommene und der Seilwiderstand erheblich geringer als bei Rundseilen.

So lange nicht eine aussergewöhnliche Beanspruchung des Seiles die Symmetrie der Drahtlagen deformirt, hat sich ein Heraustreten etwa gebrochener Deckdrähte aus dem Seilverbande als unmöglich erwiesen.

Wegen der bei der Fabrikation erfolgenden stärkeren Zugspannung der Deckdrähte gegen die innern Drähte, zeigen sich Schwächen des Seiles stets zuerst durch das Brechen von Deckdrähten.

Nach längerer Betriebsdauer erfahren die Drähte der innern Lagen keine Verminderung ihrer Zähigkeit, dagegen wurde bei den Drähten der Decklage eine Zunahme der Sprödigkeit des Materials constatirt.

Während man bei Runddrähten bis zu Festigkeiten von 175 kg/mm² gegangen ist, werden geschlossene Seile nur bis zu 140 kg/mm² fabricirt.

Vorstehende von Bergassessor Ehrenberg veröffentlichten Resultate mit geschlossenen Seilen decken sich vollständig mit denjenigen an der Beatenbergbahn, wo heute schon das im Frühjahr 1894 eingelegte und noch in tadellosem Zustande befindliche Zugseil eine etwa dreifach längere Dauer aufweist als die frühern Rundseile. Geschlossene Seile wurden bisher nur für Wasserlastbetrieb verwendet, weil sie für Motorbetrieb in Folge ihrer glatten Oberfläche eine mehrfachere Umspannung der Seilrollen erfordern wie Rundseile.

Die bisher mit Kabeln gemachten Erfahrungen und Versuche sind im Allgemeinen günstige und diesen verdankt man offenbar einen grossen Theil des starken Aufschwunges der Seilbahnen. Die Verwendung besten Materials aus bewährten Fabriken, sorgfältige vor Inbetriebsetzung vorgenommene Proben, der relativ hohe Sicherheitsgrad, die häufigen Controlen, ferner die strenge Beaufsichtigung von Seiten des Eisenbahndepartements während dem Betriebe und der Einspannung des Kabels, sowie die rechtzeitige Anordnung der Kabelauswechslung und die nach und nach sehr verbesserten, abnormale Beanspruchung des Kabels möglichst verhütenden Bremsen sind die Hilfsmittel, mit denen man die Betriebsgefahr abzuwenden versucht.

In der eidg. Festigkeitsanstalt werden ausgediente Kabel genau den gleichen Prüfungen unterzogen wie neue und die Resultate davon zeigen, dass im Allgemeinen die absolute Festigkeit im Betriebe keine Schwächung erleidet, hingegen wurde eine Abnahme des Arbeitsvermögens, eine Ermüdung des Materials constatirt.

Nach 15 jährigem Bestande unserer Seilbahnen erlaubten die gewonnenen Erfahrungen die Herausgabe der nachstehenden Verordnungen des schweiz. Bundesrathes.

Verordnung, betreffend die Kabel der Seilbahnen.

(Vom 12. Januar 1894.)

Der schweizerische Bundesrath,

in Anwendung des Art. 31 des Bundesgesetzes vom 23. December 1872 über den Bau und Betrieb der Eisenbahnen auf dem Gebiet der schweizerischen Eidgenossenschaft;

auf den Antrag des Post- und Eisenbahndepartements,

beschliesst:

Art. 1.

Ueber die Kabel der Seilbahnen ist, deren Beschaffung vorgängig, jeweilen eine Vorlage an das Eisenbahndepartement zu machen.

Dieselbe soll enthalten:

Die Dimensionen des Kabels und dessen Zusammensetzung, sowie Angaben über die Festigkeitsverhältnisse des in Aussicht genommenen Materials; ferner die Berechnung über die grösste normale Beanspruchung des Kabels und die vorgesehene Bruchfestigkeit desselben; sodann Angaben über die verschiedenen Rollendurchmesser und die zugehörigen Umspannungswinkel.

Die Vorlage hat seitens der Bahnverwaltung so rechtzeitig vor der Bestellung des Kabels zu erfolgen, dass allfälligen Einwendungen und Bemerkungen des Eisenbahndepartements noch Rechnung getragen werden kann.

Art. 2.

Bei Bestimmung der grössten normalen Beanspruchung sind die für das Kabel ungünstige Stellung und Belastung des Zuges, das Seilgewicht, die Seilsteifigkeit, die Reibungswiderstände der Wagen, sowie der Trag-, Ablenkungs- und Umleitungsrollen zu berücksichtigen.

Art. 3.

Die Anforderungen an die Kabel werden wie folgt festgestellt:

a) Das Kabel soll als Ganzes geschmeidig und leicht zu biegen sein. Dementsprechend ist für dasselbe eine günstige Construction zu wählen.
b) Die Bruchfestigkeit soll mindestens 8 mal so gross sein, als die bei normalem Betrieb vorkommende grösste Belastung.
c) Die Zugfestigkeit des Drahtmaterials darf 15 t pro cm^2 nicht übersteigen und soll diesen Werth nur ausnahmsweise erreichen. Bei ungünstigen Traceverhältnissen der Bahn ist als Maximum für die Zugfestigkeit 12 t pro cm^2 anzunehmen.
d) Die Dehnung soll nicht unter $3\,^0/_0$ betragen.
e) Die Torsionsarbeit soll mindestens 5,50 cm t pro cm^3 erreichen.
f) Die Anzahl der Umbiegungen um 180° und einen Dorn von fünffachem Drahtdurchmesser soll bis zum Bruch mindestens 10 betragen.

Das Eisenbahndepartement ist ermächtigt, bezüglich dieser Anforderungen in einzelnen Fällen besondere Vorschriften zu erlassen.

Art. 4.

Der Nachweis über die erforderlichen Eigenschaften eines Kabels ist durch eingehende Untersuchungen in der eidgenössischen Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien in Zürich zu leisten. Zu diesem Zwecke ist der Anstalt ein den Vorschriften des Eisenbahndepartements entsprechendes Kabelstück abzuliefern.

Das Protokoll über die Untersuchung hat die Bahnverwaltung dem Eisenbahndepartement so rechtzeitig einzureichen, dass vor der beabsichtigten Inbetriebsetzung des Kabels über die Zulässigkeit der Verwendung desselben ein Entscheid getroffen werden kann.

Die Untersuchung hat sich zu erstrecken:

auf Zerreissproben mit dem ganzen Kabel, eventuell auch Schlagproben;

auf Zerreissproben, Torsionsproben und Umschlag-Biegeproben mit allen Drähten je einer Litze.

Bei Kabeln neuerer Construction (ohne Litzen) sind die Einzeln-Drahtproben wenigstens mit $^1/_6$ der Drahtzahl des Kabelquerschnittes zu machen und auf die Drähte von verschiedenem Querschnitt entsprechend deren Anzahl im Kabel proportional zu vertheilen.

Im Uebrigen kann das Eisenbahndepartement das Programm für die Proben nach Bedürfnis abändern.

Art. 5.

Die Kabelbefestigung ist nach der Anleitung des Eisenbahndepartements vorzunehmen. Dieselbe muss überall, wo eine Ausnahme vom Departement nicht gestattet wird, bei voller Tageshelle erfolgen.

Dem Eisenbahndepartement ist vom Zeitpunkt der Kabelbefestigung (Vergiessung) rechtzeitig Anzeige zu machen, damit dessen Organe dem Vorgang eventuell beiwohnen können.

Art. 6.

Die Ueberwachung des Kabels während des Betriebes hat in folgender Weise zu geschehen:

a) Tägliche Besichtigung des Kabels und dessen Befestigung durch dazu geeignete Beamte der Bahn.

b) Genaue Untersuchung desselben von der Inbetriebsetzung an zunächst alle Monate durch einen hierfür speciell geeigneten Beamten der Bahn.

Dabei ist u. a. auch die Zahl der Drahtbrüche und die Lage derselben gewissenhaft festzustellen.

Ferner ist die Dehnung (Verlängerung) des Kabels nach einer vom Eisenbahndepartement aufgestellten Anleitung genau zu ermitteln.

Sobald Drahtbrüche auftreten oder andere Unregelmässigkeiten am Kabel beobachtet werden, sind die Revisionen in kürzeren Zeiträumen vorzunehmen.

Bei Seilbahnen, deren Betrieb während des Winters eingestellt wird, hat eine genaue Revision des Kabels nach Schluss der Saison und eine solche vor der Betriebseröffnung im Frühjahr zu erfolgen, und zwar letztere so rechtzeitig, dass den vom Eisenbahndepartement angeordneten Mafsnahmen noch vor der Inbetriebsetzung Rechnung getragen werden kann.

Die Resultate der periodischen Untersuchungen des Kabels, d. h. die Angaben über den allgemeinen Zustand desselben, die Abnutzung, die Zahl und Lage der Drahtbrüche, allfällige Beschädigungen etc. sind jeweilen sofort in der vorgeschriebenen Form dem technischen Eisenbahninspectorate mitzutheilen.

Nach besondern Vorfällen oder bei Wahrnehmung abnormaler Erscheinungen hat die Bahnverwaltung jeweilen sofortige Untersuchung und Rapportirung an das technische Eisenbahninspectorat anzuordnen.

Ueber jedes Kabel ist sodann ein Buch zu führen, für dessen Einrichtung das Eisenbahndepartement ein Schema aufstellen wird.

Art. 7.

Je nach den Resultaten der periodischen Untersuchungen und unter Berücksichtigung des Dienstalters des Kabels ist der Zeitpunkt der Auswechslung — wenn nöthig durch das Eisenbahndepartement — zu bestimmen.

Ueber das ausgewechselte Kabel sind Untersuchungen analog denjenigen für neue Kabel in der eidgenössischen Anstalt für Prüfung von Baumaterialien anzustellen.

Zu diesem Zwecke ist sofort nach der Auswechslung ein Stück in vorgeschriebener Länge aus der meistbeschädigten Partie des Kabels an genannte Anstalt zu senden.

Art. 8.

Die Kosten sämmtlicher Untersuchungen und Proben der Kabel fallen der Eisenbahngesellschaft zur Last.

Art. 9.

Die Bahnverwaltungen haben für die rechtzeitige Beschaffung eines Reservekabels zu sorgen.

Art. 10.

Die gegenwärtige Verordnung tritt sofort in Kraft. Das Eisenbahndepartement wird mit den Vollziehungsanordnungen beauftragt.

Die in Art. 5 erwähnte Anleitung folgt nachstehend:

Bern, December 1894.

Anleitung zur Befestigung der Drahtseile.

Die Art und Weise der Befestigung der Enden des Kabels hat auf seine Dauerhaftigkeit, sowie auf die Sicherheit des Betriebes den grössten Einfluss. Die feste Einspannung der Kabelenden hat in allen Fällen eine mehr oder weniger starke Schwächung zur Folge, und es ist durchaus geboten, dass die Einspannung, die nur zuverlässigen und sachkundigen Leuten anzuvertrauen ist, kunstgerecht und mit der grössten Sorgfalt nach der bis jetzt bekannten Methode und stets bei Tageslicht ausgeführt werde.

Zur Erzielung einer möglichst gleichmässigen Inanspruchnahme der Litzen und Drähte soll die Befestigungsweise in folgenden nach einander vorzunehmenden Arbeiten bestehen:

1. Gehörige Reinigung des Kabelendes auf hinreichende Länge.

2. Provisorische Drahtumspinnung a unmittelbar hinter der beabsichtigten Schnittstelle zur Erleichterung des Abschneidens und zur Schonung der Drähte, sowie zur Erzielung eines saubern Schnittes.

3. Möglichst kräftige Umspinnung des Kabels mit ausgeglühtem, ca. 1,5 mm starkem Eisendraht bester Qualität, und zwar je nach dem Durchmesser des Kabels 15—25 cm vom Ende entfernt (bei b der auf Seite 40 stehenden Skizze).

Der Bund b bezweckt und erzielt das Verhüten von Lockerungen der Drähte und der Lageränderung der Litzen während der nunmehr vorzunehmenden Arbeiten.

4. Abschneiden des Kabels und Entfernung des Bundes a.

5. Strahlenförmiges Auseinanderlegen der Drähte und Beseitigung der Hanfseele bis an den Bund b.

6. Reinigen des Drahtbüschels durch längeres Eintauchen in ein mit Petrol gefülltes Gefäss; Abreiben der Drähte mit Schmirgelpapier.

7. Beizen der Drahtenden. (Das Eindringen von Beizewasser in die Hanfseele ist sorgfältig zu verhüten.)

8. Verzinnen der Drähte durch mehrmaliges Eintauchen in flüssiges Zinn

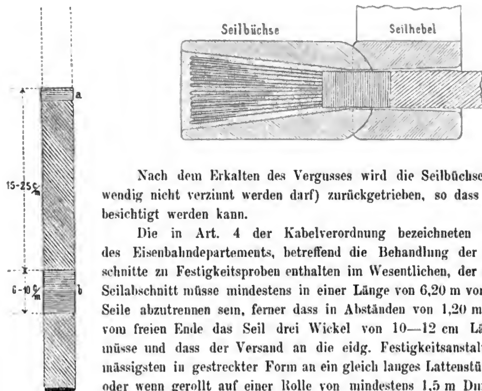
9. Umbiegen der verzinnten Drahtenden und Vorschieben der Seilbüchse über den Drahtbüschel.

10. Vorwärmen der Seilbüchse auf einem Holzkohlenfeuer.

11. Vergiessen mittelst Composition (am besten aus 10 % Kupfer, 10 % Antimon und 80 % Zinn).

Hierbei ist namentlich darauf zu achten, dass das Kabel genau in die Mitte und ganz senkrecht in die Oeffnung der Büchse zu stehen kommt.

Weiterhin ist von Wichtigkeit, dass das Kabel auch noch hinter dem Drahtbüschel auf einige Centimeter Länge von der Composition innig und kräftig gefasst werde.



Nach dem Erkalten des Vergusses wird die Seilbüchse (welche inwendig nicht verzinnt werden darf) zurückgetrieben, so dass der Verguss besichtigt werden kann.

Die in Art. 4 der Kabelverordnung bezeichneten Vorschriften des Eisenbahndepartements, betreffend die Behandlung der Drahtseilabschnitte zu Festigkeitsproben enthalten im Wesentlichen, der abzuliefernde Seilabschnitt müsse mindestens in einer Länge von 6,20 m vom gelieferten Seile abzutrennen sein, ferner dass in Abständen von 1,20 m und 6,20 m vom freien Ende das Seil drei Wickel von 10—12 cm Länge besitzen müsse und dass der Versand an die eidg. Festigkeitsanstalt am zweckmässigsten in gestreckter Form an ein gleich langes Lattenstück gebunden, oder wenn gerollt auf einer Rolle von mindestens 1,5 m Durchmesser zu erfolgen habe.

Ueber die Ergebnisse und Art und Weise der Festigkeitsproben gibt als Beispiel nachstehendes Festigkeitsprotokoll über das Kabel der Gurtenbahn Aufschluss.

Beschreibung des Drahtseils.

a) Ganzes Drahtseil.	Im Anlieferungszustande:
Durchmesser des Kabels	3,00 cm.
„ der Kabelseele	Hanf.
„ „ Drähte	0,199 cm.
Zahl der Drähte im Kabel	114.
Querschnitte eines Drahtes	0,0311 cm².
Effectiver Metallquerschnitt des Kabels	3,54 cm²
Gewicht des Drahtseils per Meter	ca. 3,16 kg.
Länge einer Litzenwindung im Kabel	ca. 25,7 cm.

b) Drahtseil-Litzen.	Im Anlieferungszustande:
Zahl der Litzen	6.
Durchmesser einer Litze	1,0 cm.
„ der Litzenseelen	0,6 cm.
Zahl der Drähte einer Litze	19.
„ „ „ der Litzenseelen	7.
Länge einer Drahtwindung in der Litze	ca. 7,4 cm.

Construction des Kabels: Langs Patent; die Drähte in der Litze und die Litzen im Seil sind in derselben Richtung zum Kabel von 3,0 cm Durchmesser geschlagen.

Aeussere Beschaffenheit des Kabels: Dasselbe ist neu, tadellos.

Material der Drähte: Tiegelgussstahl.

Resultate der Zerreissbarkeit.

1. Versuch:				2. Versuch:			
Belastung P. tn.	Dehnung △ 1 mm pro 1 m Länge	Differenz	Bemerkungen	Belastung P. tn.	Dehnung △ 1 mm pro 1 m Länge	Differenz	Bemerkungen
0,0	0,0			0,0	0,0		
5,0	2,0	2,0		5,0	2,5	2,5	
10,0	4,0	2,0		10,0	4,5	2,0	
15,0	5,5	1,5		15,0	6,0	1,5	
20,0	7,3	1,8		20,0	7,7	1,7	
25,0	9,0	1,7		25,0	9,5	1,8	
30,0	11,3	2,3		30,0	11,8	2,3	
35,0	14,1	2,8		35,0	14,5	2,7	
37,5	16,1	2,0		37,5	16,6	2,1	
40,0	18,9	2,8		40,0	19,3	2,7	
41,0	20,5	1,6		41,0	20,9	1,6	
42,0	22,5	2,0		42,0	22,8	1,9	
43,0	25,6	3,1		43,0	26,0	3,2	
44,0	30,8	5,2		44,0	31,5	5,5	
44,4				44,3			
46,0	Bruch einer Litze ca. im Drittel der Versuchslänge. Bruch von 2 weitern Litzen an nämlicher Stelle.				plötzlicher Bruch von 2 Litzen beim Austritt aus einem Einspannkopfe.		
Zugfestigkeit des Seiles β_z = 12,55 t pro cm². Dehnung bei 44,0 tn λ = 3,08 % Seilbeschaffenheit nach Bruch:				Zugfestigkeit des Seiles β_z = 12,52 t pro cm². Dehnung bei 40,0 tn λ = 3,15 %. Seilbeschaffenheit nach Bruch:			

Die gebrochenen Litzen haben sich zurückgerollt.

Resultate der Zerreissproben mit Einzeldrähten.

Lauf. No.	Drahtstärke d = cm.	Querschnittsfläche F = cm².	Messlänge l = cm.	Zugfestigkeit β tn pro cm².	Dehnung h = %	Contraction φ = %	Deformationsarbeit: absolut A = cm tn	per cm³ a = cm tn	Bemerkungen:
						Litzenseele:			
1	0,202	0,0320	25,0	14,0	3 71	48	0,34	0,43	
2	0,198	0,0308		13,3	3,10	49	0,25	0,33	
3	0,200	0,0314		15,4	3,26	47	0,33	0,42	
4	0,196	0,0302		14,9	2,90	48	0,26	0,34	
5	0,198	0,0308		14,6	3,41	49	0,31	0,40	
6	0,199	0,0311		14,8	3,10	35	0,28	0,36	
			Mittel:	14,5	3,25	46	0,30	0,38	
						Kerndraht:			
	0,199	0,0311	25,0	6,83	9,86	50	0,42	0,54	
						Litzenumfang:			
1	0,197	0,0305	25,0	14,9	3,42	40	0,32	0 42	No. 2, 3, 7, 9 u. 10 sind ausserhalb Messlänge gebrochen.
2	0,198	0,0308	„	14,8	2,53	44	0,22	0,29	
3	0,201	0,0317	„	14,6	2,50	49	0,22	0,28	
4	0,195	0,0299	„	13,8	2,56	48	0,20	0,27	
5	0,200	0,0314	„	15,2	2,72	45	0,25	0,32	
6	0,198	0,0308	„	15,5	3,14	47	0,28	0,36	
7	0,196	0,0302	„	14,8	2,74	48	0,24	0,32	
8	0,198	0,0308	„	15,4	3,04	45	0,28	0,36	
9	0,198	0,0308	„	14,2	2,00	44	0,16	0,21	
10	0,197	0,0305	„	14,3	2,54	41	0,22	0,29	
11	0,206	0,0333	„	14,3	3,34	49	0,33	0,40	
12	0,198	0,0308	„	13,8	2,57	48	0,21	0,27	
			Mittel:	14,7	2,97	46	0,27	0,34	

Resultate der Torsionsproben mit Einzeldrähten.

Lauf. No.	Drahtstärke d = cm.	Querschnittsfläche F = cm².	Messlänge l = cm.	Anzahl der Verwindungen n	Torsions-Moment m = kg cm	Torsions-Arbeit: absolut A	pro 1 cm a	pro cm² a	Bemerkungen:
						Litzenseele:			
1	0,202	0,0320	20,0	34,5	16,60	3,43	0,172	5,36	
2	0,198	0,0308	„	34 3	15,24	3,10	0,155	5,03	
3	0,200	0,0314	„	38,1	18,04	4,13	0,207	6,58	
4	0,196	0,0302	„	40,9	16,42	4,00	0,200	6,62	
5	0,198	0,0308	„	37,1	16,86	3,73	0,187	6,05	
6	0,199	0,0311	„	23,4	15,72	1,96	0,098	3,15	
			Mittel:	34,7	16,48	3,39	0,170	5,47	

Lauf No.	Draht-stärke d = cm.	Quer-schnitts-fläche F = cm².	Mess-länge l = cm.	Anzahl der Verwin-dungen n	Torsions-Moment m = kg cm	Torsions-Arbeit: absolut A	Torsions-Arbeit: pro 1 cm n	Torsions-Arbeit: pro cm² a	Bemerkungen:
					Kerndraht:				
	0,199	0,0311	25,0	16,2	7,93	0,776	0,039	1,25	
					Litzenumfang:				
1	0,197	0,0305	20,0	22,7	16,00	2,14	0,107	3,51	
2	0,198	0,0308	„	28,3	17,50	2,92	0,146	4,74	
3	0,201	0,0317	„	33,8	17,24	3,47	0,174	5,47	
4	0,195	0,0299	„	39,0	15,08	3,50	0,175	5,85	
5	0,200	0,0314	„	21,1	17,78	2,88	0,144	4,58	
6	0,198	0,0308	„	42,4	16,90	4,33	0,217	7,04	
7	0,196	0,0302	„	35,1	16,20	3,40	0,170	5,63	
8	0,198	0,0308	„	41,3	17,64	4,38	0,219	7,11	
9	0,198	0,0308	„	42,3	16,62	4,26	0,213	6,91	
10	0,197	0,0305	„	18,3	13,26	1,50	0,075	2,46	
11	0,206	0,0333	„	35,6	17,74	3,74	0,187	5,62	
12	0,198	0,0308	„	37,1	15,72	3,44	0 172	5,58	
			Mittel:	33,1	16,47	3,33	0,167	5,38	

Resultate der Umschlagproben mit Einzeldrähten.

Biegversuche.

	Anzahl der Einzelproben	Tourenzahl bis zum Bruch: Mittel	Tourenzahl bis zum Bruch: Maximum	Tourenzahl bis zum Bruch: Minimum	Bemerkungen:
Drähte der Litzenseele . . .	6	11	12	9	
„ des Litzenumfanges . .	12	11	13	9	
Kerndraht	2	2,5	3	2	

Zürich, den 12. Juni 1899.

Für die eidg. Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien.
Der Vorsteher: sig. **Tetmajer.**

Durch Abnutzung der Seile verlieren die Gussstahldrähte nicht merklich an Tragfähigkeit, weil das Material in gleichem Verhältnis an relativer Tragfähigkeit seines noch vorhandenen Querschnittes zunimmt.

Gebrochene Drähte werden in einer gewissen Entfernung von der Bruchstelle wieder mittragen, in ungefähr 3 bis 4 maliger Länge des Schlages, und wenn man diese Entfernung auf 1 ½ bis 2 Meter nach jeder Richtung von der Bruchstelle annimmt, so wird man richtig rechnen.

Neuere Wagenbremse für V

Fig. 33.

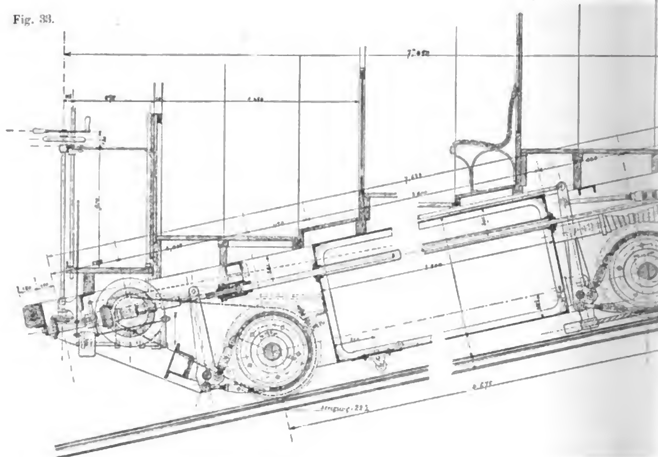
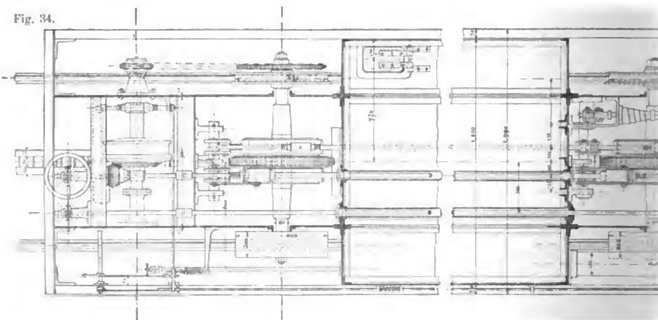
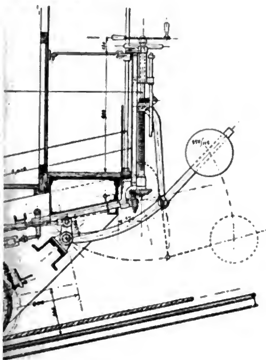


Fig. 34.



erlastbetrieb.



Maafsstab 1:30

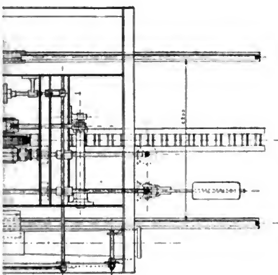


Fig. 35.

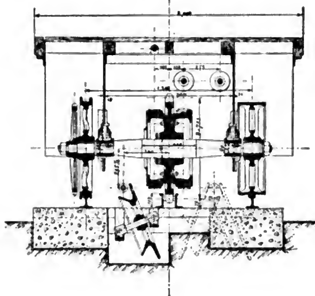
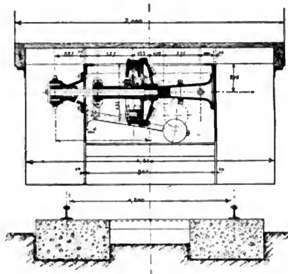


Fig. 36.



Die Zeit für die Auswechslung der Kabel lässt sich nicht genau bestimmen. Man erneuerte Kabel nach 10 bis 15jährigem Betriebe, ohne dass dieselben nur einen einzigen Drahtbruch und weder Roststellen noch vermoderte Hanfseelen aufwiesen; es veranlasste dazu blos die Befürchtung, das Material könnte ermüdet sein. Anderseits kamen Seile erst mit über 100000 Drahtbrüchen zum Ablegen. Man berücksichtigt in der Hauptsache die Dauer der Betriebszeit, den Sicherheitsgrad und die Raschheit der Bruchzunahme, ferner Saisonzeit, Gleichmässigkeit und Concentraction der Brüche.

Wagen.

Die Wagen werden fast durchweg zweiachsig, für Sommerbetrieb über Hüfthöhe offen oder in einzelnen Abtheilungen geschlossen und für Jahresbetrieb ganz oder theilweise geschlossen gebaut. Sie sind in zwei Plattformen und Abtheilungen von je 1,40—1.50 m Breite durch Zwischenräume von halber oder ganzer Höhe getrennt. Die Wagen enthalten Raum für 16—60 Personen und kommen auf eine Breite von 2,1—2,6 m 4—5 Sitze. Im Allgemeinen werden sie in neuerer Zeit grösser ausgeführt und mehrere ältere Gesellschaften haben sich veranlasst gesehen, die Leistungsfähigkeit ihrer Bahnen durch Umbau der Wagen zu vergrössern, zumal in Fällen, wo zeitweise Massenandrang bestand. Die einzelnen Wagenabtheilungen sind staffelförmig hintereinander angeordnet und entsprechen ihnen meistens staffelförmige Plattformen der Bahnsteige an den Stationen. Um bei starkem Andrang möglichst viele Reisende unterzubringen, finden wir bei vielen Bahnen Abtheilungen für Stehplätze und häufig diese Räume mit den Plattformen vereinigt. Dieselben dienen bei schwachem Verkehr für den Gepäcktransport oder es ist dafür eine Abtheilung mit Klappbänken versehen. Der Führer hat seinen Stand bei der Bergfahrt stets auf der oberen, bei der Thalfahrt auf der unteren Plattform, um die zu durchfahrende Bahnstrecke übersehen zu können. Von diesem Standpunkte aus kann er bei einigen Bahnen sämmtliche Schiebethüren durch eine auf die ganze Wagenlänge sich erstreckende Transmission gleichzeitig öffnen oder schliessen. Obwohl Neigungsdifferenzen zwischen unterer und oberer Station bis zu 41% vorkommen, sind doch nirgends bewegliche Sitze angebracht.

Diese Unterschiede im Längenprofil werden durch staffelförmige Wagenabtheilungen, durch lothrechte Stellung der Wagen auf die mittlere Bahnneigung, und schliesslich durch zweckmässige Gestaltung der Sitzbänke ausgeglichen. Nur in einem Falle (Marzilibahn) wurde der Wagenkasten horizontal ohne Staffeln und das Untergestell am unteren Ende entsprechend der Bahnneigung höher gebaut als das obere, welche Anordnung bequem für die Reisenden ist, aber die Untergestell-Construction verwickelt macht.

Die Wagen besitzen grösstentheils nur eine Wagenklasse. Zwei Klassen sind für Seilbahnen ebenso wenig Bedürfnis wie für Trambahnen.

Die Sitzeinrichtung beschränkt sich auf die Anordnung von einfachen und leichten Lattenstühlen, von denen je der obere einer Abtheilung mit Rücksicht auf die Neigungsunterschiede der Bahn anders geformt ist als der untere. Lattenstühle geben festen Halt und sind hauptsächlich aus diesem Grunde seit dem Baue der Rigibahn auf allen Bergbahnen eingeführt. Das Gerippe der Wagenkasten besteht aus Hartholz (Esche, Nussbaum, Ulme), die Verschalungen, das Dach und die Bänke aus Weichholz.

Bei Bahnen mit Motorbetrieb gestattet die Bremsconstruction die Anbringung von Tragfedern nicht und es haben sich solche auch nicht als nothwendig erwiesen, dagegen

wird in neuerer Zeit der Oberkasten mit dem Untergestell durch eine Zwischenlage aus Kautschukplatten verbunden.

Einige Bahnen haben sich für zeitweilige grosse Gütertransporte derart eingerichtet, dass sie vorübergehend einen der Oberkasten auf eine Rampe schieben und das Untergestell für den Materialtransport benutzen.

Bremsen für Bahnen mit Wasserlastbetrieb.

Die interessanteste Construction einer Seilbahn ist die Bremse. Grosse Summen von Fleiss und Geisteskraft wurden verwandt und immer neue Versuche und Abänderungen an dem ungefügen Apparat gemacht. Heute aber functionirt er einwandfrei und erfüllt die enormen Anforderungen, auf nahezu constantem Bremsweg mit oder ohne Seil sanft anzuhalten, den Conducteur bei Unachtsamkeit nicht schneller fahren zu lassen, als wie vorgeschrieben, gestattet ihm, mit leichtem Druck an der Bremskurbel den Zug bequem zu zügeln und zu halten, bei auffälligem Brems- oder Achsdefect keine Betriebsstörung herbeizuführen und verunmöglicht in allen Fällen ein Durchgehen der Wagen.

Die 4 ältesten Bahnen, Giessbach, Territet-Glion, Gütsch und Marzili, besassen eine Spindelbremse zur Regulirung der Fahrgeschwindigkeit. Die Bremsklötze legten sich an ein geriffeltes Rad, welches neben dem Zahnrad auf dessen Achse befestigt ist. Der zweite automatisch wirkende Bremsapparat arbeitete durch ein gleiches zur anderen Seite des Zahnrades angebrachtes Bremsrad und trat in Thätigkeit, sobald das Seil reissen sollte, indem dadurch eine Feder sich ausdehnen und durch Drehung einer Welle einem Hebelgewicht seine Unterstützung entziehen konnte, wodurch selbes herabfiel und die Bremsklötze auf die Bremsscheiben drückte. Diese automatischen Bremsen konnten Anspruch auf grosse Zuverlässigkeit nicht machen und waren schwierig in gutem Zustand zu erhalten. An der steilen Territet-Glionbahn befürchtete man anfänglich eine starke Erhitzung der Bremsscheiben und rüstete die Wagen derart mit Luftbremsen aus, dass die vom Cylinder angesaugte Luft in ein Reservoir gepresst wurde, welches durch eine Rohrleitung mit einem am Führerstand angebrachten Luftventil in Verbindung stand. Das Reservoir ermöglichte einen auf die ganze Hublänge nahezu gleichen Kolbendruck Die Höhe der Compression wurde durch Vergrösserung resp. Verkleinerung der Ausströmungsöffnung regulirt, wobei zum Zwecke der Abkühlung Wasser in den Cylinder eingespritzt wurde. Die Uebertragung des Kolbendruckes geschah mittelst Schubstange und Kurbel auf eine Vorgelegeachse mit einem in das Bremszahnrad eingreifenden Zahnkolben. Diese Bremse erzeugte jedoch grossen Widerstand am steigenden Wagen, verursachte unangenehmes Geräusch und zuckenden Gang und weil sie sich überhaupt als unnöthig zeigte, wurde sie bald entfernt.

An einigen darauf gebauten Bahnen führte Abt Differentialbremsen ein, die aber wegen der grossen Veränderlichkeit des Reibungscoefficienten zwischen den Gleitflächen der Bremse unzuverlässig und im allgemeinen zu gewaltsam sind, wogegen mit später ausgeführten einfach wirkenden Bandbremsen weit bessere Resultate erzielt worden sind und deshalb Abt'sche Bremsen seit etwa 10 Jahren nicht mehr zur Ausführung kamen.

Das Eisenbahndepartement begnügte sich bis vor etwa 10 Jahren mit folgenden Haupt-Anforderungen an die Seilbahnwagen:

„Jeder Wagen ist an beiden Enden mit einer Plattform für den Führer auszurüsten und es hat derselbe seinen Stand jeweilen auf der in der Fahrrichtung des Wagens liegenden Plattform einzunehmen."

„Jeder Wagen ist mit einer Regulirbremse und einer für den Fall eines Seilbruches automatisch wirkenden Bremse auszurüsten und die Bedienung beider Bremsen soll von jeder Plattform aus ermöglicht werden. Für Bahnen, bei denen grosse Kräfte abzubremsen waren, wurde im weitern verlangt, dass die Bremswirkung sich gleichmässig auf beide Zahnradachsen vertheile.“ Heute sind diese Vorschriften erweitert, indem Rücklaufbremsen und die Anbringung eines Centrifugalregulators verlangt werden, die bei Ueberschreitung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit in Function treten. Eine solche Bremse wurde zuerst an der Biel-Magglingenbahn von Pauli eingeführt und heute sehen wir sie an allen Bahnen, indem auf Verlangen der Behörde alle Bremsen der älteren Bahnen in diesem Sinne umgebaut werden mussten.

Rücklaufbremsen sind selbstthätig sich schliessende Spindelbremsen, welche von jedem der beiden Führerstände aus von Hand in Wirksamkeit gesetzt werden können. Solche Bremsen verhindern zunächst ein Durchgehen der Wagen während des Stationirens und sodann ist der bergwärts fahrende Führer genöthigt, die Bremskurbel beständig zu fassen und kann dadurch nöthigenfalls den Zug rasch anhalten [1]).

Eine der neuesten und vorzüglichsten Bremsconstructionen wie sie Bell u. Cie. in Kriens für die Rheineck—Walzenhausen-Bahn u. a. ausgeführt hat, zeigen die Fig. 33—36. Wir sehen einfach wirkende Bandbremsen, jede auf beide Achsen wirkend, wobei die Handbremse unabhängig von der andern gebraucht werden kann und die automatische Bremse sowohl bei Seilbruch, als auch beim Ueberschreiten der normalen Fahrgeschwindigkeit in Function tritt. Der Antrieb der Geschwindigkeits-Regulirtrommel erfolgt nicht durch Stirnräder, sondern durch ein Kettentrieb, das infolge besonderer Construction geräuschlos arbeitet. Eine Klemmwalzen-Kupplung im Kettentrieb bewirkt, dass die Regulirtrommel beim Aufwärtsgang des Wagens in Ruhe bleibt und damit auch bei schnellem Gang, weil in entgegengesetzter Richtung bremsend, die automatische Bremse nicht mehr öffnet, als für die gute und und rasche Function derselben nöthig ist. Diese Sicherung gegen das Ueberschreiten der normalen Geschwindigkeit, die schon bei etwa 30 cm/sec. Differenz eintritt, hat sich gut bewährt und spielt zuverlässig. Sie kann vom Führer während der Fahrt stets controlirt werden, da sie bei rascherem Fahren durch die langsam sich steigende Bewegung die automatische Bremse zu schliessen beginnt. Sobald der Conducteur aber wieder mit normaler Geschwindigkeit fährt, stellt sie ihre Thätigkeit ein ohne den Wagen anzuhalten. Wenn letzteres absichtlich stattfindet, geschieht es ruhig, stossfrei. Der Geschwindigkeits-Regulirapparat wurde durch Bell u. Cie. bei Anlass des Bremsenumbaues an den Bahnen Gütsch und Giessbach noch dahin verbessert, dass das Schliessen der Handbremse bei Geschwindigkeits-Ueberschreitungen auch automatisch stattfindet und dann die Handbremse an ihrer Kurbel wieder geöffnet werden kann. Der Führer hat damit die Fahrtregulirung an einem Griffe in der Hand und es kann eine Unachtsamkeit oder unrichtige Manipulation seinerseits nichts anderes im Gefolge haben, als ein sanftes Anhalten des Wagens.

[1]) Die Centrifugalbremse der Magglinger-Bahn ist derart, dass die Fahrgeschwindigkeit durch ein Zahnradgetriebe vom Langsamen ins Rasche auf einen flachen Cylinder übertragen wird, welcher in seinem hohlen Innern zwei schwere, um je einen Zapfen drehbare Gussstücke enthält. Diese durch Spiralfedern mit der Nabe verbundenen Theile pressen sich bei grösserer Geschwindigkeit mit ihren dem Cylindermantel concentrischen Flächen an und üben eine kräftige Bremswirkung aus, welche die normale Geschwindigkeit wieder herstellt, nachdem der Führer durch ein Signal aufmerksam gemacht worden ist.

In neuester Zeit wurde von der Filiale „Giesserei-Bern“ der Ludwig von Roll'schen Eisenwerke in der Schweiz eine in ihrer Art neue Bremse für Fahrzeuge von Specialbahnen ausgeführt und von ihrem Director Ruprecht, früherem eidg. Controlingenieur für Bergbahnen, construirt. Sie ist besonders für Seilbahnen mit Wasserballastbetrieb und Zahnrad und Zahnstange bestimmt und da sie sich in der Praxis als die vollkommenste und sicherste Bremse erwiesen hat, so gehe ich mit Hülfe der mir von der „Giesserei Bern“ überlassenen Angaben und Pläne und mit deren Erlaubnis hier näher darauf ein.

Wie bereits erwähnt, sind Rücklaufbremsen den frühern Fallbremsen vorzuziehen: deren in Functionsetzung ist als besonders sicher anzusehen, u. zu grosse resp. rasche und starke Bremsungen können leichter vermieden werden. Der ganze Apparat wird weit mehr als eine maschinelle Einrichtung mit ganz anderer Sorgfalt und Präcision ausgeführt, u. die Bremse wird leicht, indem nicht ein besonderes Gewicht bremst, sondern der Wagen selbst d. h. dessen Adhäsion auf den Schienen die Bremse anzieht und endlich kann mit grösserer Leichtigkeit eine prompte und sichere Vertheilung der Bremskraft mit möglichst geringer anfänglicher Oeffnung der Bremse auf beide Achsen erreicht werden mit dem Vortheil, bei Defectwerden der Bremse einer Achse die anderen dennoch in ausreichender Stärke functioniren lassen zu können.

Eine weitere Forderung, deren Erfüllung sich in letzter Zeit als sehr wünschenswerth erwiesen hat, ist die, dass bei Ueberschreitung der normalen Geschwindigkeit um einen gewissen Procentsatz beim abwärtsfahrenden Wagen eine Bremse so in Function gesetzt wird, dass ein sicheres und zugleich sanftes Halten des Wagens oder des Zuges erfolgen muss. Dabei ist wünschenswerth, dass auf die Handbremse des Wagens eingewirkt werde, als einer Bremse, die voraussichtlich nie ganz geöffnet sein wird, die also bei einer relativ sehr geringen weitern Schlussbewegung sofort diese Verzögerung erzeugt und ohne Stoss zum Stillstand führt, wie die Bell'schen Bremsen am Gütsch und Giessbach. Würde dabei auf die gewöhnliche Seilbruchbremse eingewirkt, so wäre, bevor eine Bremsung sattfinden kann, der sog. Schliessweg zurückzulegen, während dem eine bedeutende Vermehrung der Wagengeschwindigkeit nicht ausgeschlossen sondern gerade im schlimmsten Falle, bei Seilbruch, sicher sein würde.

Dadurch, dass also bei einer gewissen Ueberschreitung der normalen Geschwindigkeit, die schon mehr oder weniger geschlossene Handbremse zum weiteren Bremsen benutzt wird, gewinnen wir eigentlich eine weitere automatische Bremse, und kann man dieser sogar einen grösseren Werth beilegen als der gewöhnlichen Seilbruchbremse, denn die neue Bremse muss nothgedrungen auch noch bei Seilbruch wirken und wird schon vor vollendetem Anzug der Seilbruchbremse hemmend sein.

Diese neue Bremse der L. von Roll'schen Eisenwerke ist aus 2 schon früher vorhandenen Constructionen entstanden, von denen jede ihre Vorzüge hatte, wobei aber zugleich beiden Nachtheile anhafteten welche die neue Bremse vermieden hat. Es betrifft die Bremsen, wovon die eine zuerst an der Biel-Magglingenbahn, die andere an der Ragatz-Wartensteinbahn angewendet worden ist.

Bei der Biel-Magglingenbahn wird bei Geschwindigkeitsüberschreitung mittelst Centrifugalkraftkupplung auf die Handbremse eingewirkt, dabei aber nur die eine Achse gehemmt. Die Vertheilung der Bremskraft, und zwar die automatische gleichmässige Vertheilung auf beide Achsen des Wagens war noch nicht gelöst bei dieser Construction. Beim Bruch dieser einen Achse oder eines Organes der eigentlichen Bremse war also deren Wirkung aufgehoben, und es blieb noch die Seilbruchbremse auf der anderen Achse welche als gewöhnliche plumpe Gewichtsbremse ausgeführt ist.

Diese Bremse der Biel-Magglingenbahn wurde dann leider längere Zeit vergessen und deren Weiterentwicklung unterblieb. An ihre Stelle trat dann zunächst die Bremse wie sie zuerst für die Wagen der Seilbahn Ragatz-Wartenstein ausgeführt wurde. Auch diese Wagen haben einen Apparat, welcher bei Ueberschreitung einer gewissen Fahrgeschwindigkeit das Anziehen einer Bremse einleitet resp. veranlasst. Aber dieser Apparat wirkt nun auf die Seilbruchbremse, d. h. einer Bremse, die bei normaler Fahrt mehr oder weniger weit offen steht, zu deren Schluss also ein gewisser Weg zurückzulegen ist. Während der Zurücklegung dieses Weges und bei gerissenem Seil — ein Umstand der übrigens auch das Einschalten dieser Bremse veranlasst, — wird nur die Geschwindigkeit des Wagens erheblich zunehmen. Die nöthige Bremskraft wächst also bedeutend, und ein harter, unter Umständen gefährlicher Halt, ist schwer zu vermeiden. Dagegen hat nun diese Bremse den Vorzug, dass beide Achsen automatisch gleich stark gebremst werden, und bei Bruch einer Achse oder Bremse doch die andere in Function bleibt.

Wir kommen nun zu der anfangs des Jahres 1899 zum ersten Mal in Betrieb gekommenen Bremse der Seilbahn Neuveville-St. Pierre in Freiburg, welche von den Roll'schen Eisenwerken in Bern ausgeführt wurde und durch Fig. 42 schematisch veranschaulicht ist. In folgendem genügt es, nur die Handbremse in Verbindung ihrer automatischen Bethätigung im Falle von Geschwindigkeitsüberschreitung zu behandeln. Es bedeutet:

h_1 h_2 die zu bremsenden Achsen,
g_1 g_2 die Bremshebel,
a die Bremsspindel,
e die Hülfsspindel,
b_1 b_2 hohle Spindeln,
f_1 f_2 Kreuzkopf lose auf b_1 b_2, aber achsial fest und mittelst Zug- oder Druckstangen mit g_1 g_2 verbunden,
c_1/d_1 c_2/d_2 Zahntrieb von e auf a, wobei c_1—c_2 auf b_1—b_2 nicht drehbar, aber achsial verschiebbar,
o_1 o_2 Zahntriebe von p_1 p_2 auf e,
i und k Zahntriebe von l auf a,
m n Centrifugalkraft-Kupplung, wobei **n** lose auf **l** und von einer Wagenachse angetrieben.

Die Function ist nun folgende:

a als Handbremse: Mit einer der Umkurbeln p werden mittelst o e, d_1 d_2 die Räder c_1 c_2 angetrieben und damit die Hohlspindeln b_1 b_2 in Drehung versetzt. Da nun a durch die Reibung der Hohl- oder Mutterspindeln in seinen Gewindegängen nicht in Drehung versetzt werden kann, indem ausreichende Reibung von a in seinen Lagern und ferner die Reibungen in i, k und l dies verhindern, so müssen sich diese Spindeln b_1 b_2 auf **a** achsial verschieben und damit auf die Bremshebel g_1—g_2 wirken, ob die Bremsen anziehen oder auch lösen je nach Drehrichtung.

b als automatische Bremse.

Bei Eintritt einer gewissen Geschwindigkeit nimmt der Theil **n** der Centrifugalkraft-Kupplung den auf Welle **e** festen Theil m mit und setzt mittelst **n** und **i** die Spindel **a** in Umdrehung. Nun finden aber b_1 b_2 in ihren Lagern nur in c_1/g_1, c_2/d_2, o_1 o_2 und p_1/p_2 soviel Reibung, dass sie die Drehung von a nicht mitmachen, folglich müssen sich

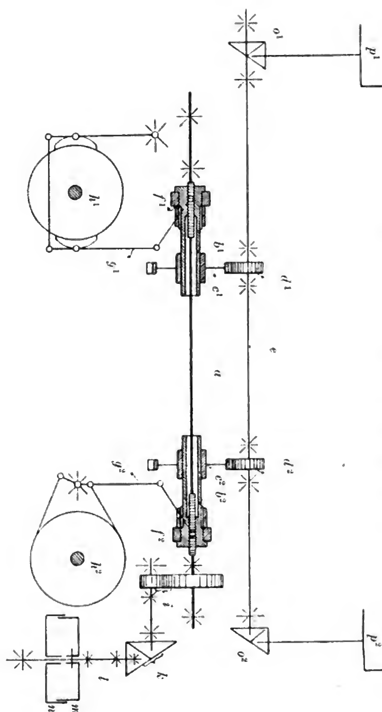


Fig. 42.
Neueste Wagenbremse für Wasserlastbetrieb.

b_1 und b_2 wieder auf a achsial verschieben und die Bremsen anziehen. Durch geeignete Maſsregeln ist ferner erreicht, dass die beiden Achsen automatisch gleich stark gebremst werden, und dass ferner, wenn einer der Hebel g oder ein Bremsband oder ein Kreuzkopf f brechen würde, dennoch immer die andere Bremse functionirt. Der Halt mit dieser Bremse ist namentlich während zu schneller Fahrt ein ungemein sanfter und auch bei Seilbruch absolut gefahrlos und sicher.

Wagenbremsen für Bahnen mit Motorbetrieb.

Die Uebertragung der Adhäsion als Bremskraft auf die Schienenzange als Bremsorgan durch eine mit dem Laufrad coaxiale Friktionskuppelung war zur Zeit der Erbauung der Stanserhornbahn nicht neu. Heusinger von Waldegg beschreibt in seinem Handbuch von 1878 in Band V die Bremsen für die Seilbahn auf den Leopoldsberg bei Wien wie folgt: „wiederum sind es schraubenstockähnliche Zangenpaare, welche die Köpfe der Fahrschienen umfassen; auch hier werden sie angezogen durch eine mit Rechts- und Linksgewinde versehene horizontale Welle, jedoch wird das Umdrehen dieser Welle nicht durch das Abrollen eines besondern Räderpaares auf den Schienen, sondern durch Einrücken einer Friktionskuppelung in entsprechendem Ansatze auf der Laufachse des Wagens hervorgerufen. Durch das nun erfolgte Abwickeln eines dünnen Drahtseiles werden auch die Zangenpaare angepresst etc.“

Ferner entwarf 1878 die Locomotivfabrik in Winterthur für die Giessbachbahn eine Zangenbremse, deren Kraftwirkung, d. h der Zusammenhang zwischen Wagenbelastung und Bremswiderstand mit derjenigen der Stanserhornbahn identisch ist, denn in beiden Fällen wird die übertragbare Kraft durch eine durch Gewicht angepresste Reibscheibe limitirt, nur haben wir am Stanserhorn die Friktionskuppelung, am Giessbach dagegen die Reibscheibe im engern Sinne. Der Erfolg der Stanserhornbremse ist weniger der bessern Ausnutzung der Adhäsionskraft als vielmehr dem glücklich gewählten Schienenprofil zu verdanken, das ein Bremsen auf nur eine Schiene aushält und deshalb die Anwendung zweischieniger Bahnanlagen möglich macht, während alle frühern Constructionen auf zweigleisige Anlagen angewiesen waren. Dieses besondere Profil mit den entsprechend geformten Bremszangen ist das hervorragende Verdienst der früheren Firma Bucher u. Durrer. Dass die schräg aufsteigenden Kopfflächen, an welche sich die Bremsbacken mit satter Berührung anlegen und durch die nach unten gerichtete Componente des Bremsdruckes eine äusserst solide Verankerung des Wagens mit der Schiene ergeben, ist ein Erfordernis, welches die einseitige Bremsung verlangt. Im andern Falle würden die beim Bremsen auftretenden lateralen Kräfte, welche den Wagen aus dem Geleise herauszudrehen trachten, zu ernsten Bedenken Anlass geben, umsomehr als nur die Räder der drehenden Seite mit Spurkränzen versehen sind. Diesen, zur Schiene senkrechten, in der Geleiseebene liegenden Kräften müssen die Schienenstossverbindungen Widerstand leisten. In Berücksichtigung derselben hat sich nach und nach die sehr kräftige Construction nach Fig. 26—28 ergeben.

Die Stanserhornbremse kennzeichnet sich im Wesentlichen dadurch, dass zwei Paar einseitig angeordneter Bremszangen die mit conischem Kopf gewalzte Schiene umfassen und bei einem vorkommenden Bruch des Drahtseiles automatisch festklemmen. Als Kraft hierzu wird die Adhäsionskraft der Laufräder benutzt, welche durch Einrückung der auf der Radachse angebrachten Kuppelung auf die mit Links- und Rechtsgewinde versehene Schraubenspindel übertragen wird. Die Zangen bestehen aus je zwei

kräftig gebauten Doppelhebeln von Schweissstahl, die ihren Drehpunkt etwas unter ihrer Mitte haben und mit ihrem oben gabelförmigen Ende zwei Broncemuttern der eben erwähnten Schraubenspindel erfassen. Die Drehzapfen der Zangen sind durch kräftige Laschen verbunden, sodass nur ein kleiner Theil der Bremskräfte auf das Untergestell übertragen wird. Zwischen der Seilbefestigung und der Kuppelung ist ein Hebelwerk so eingerichtet, dass, so lange der Wagen im Seile hängt, der Seilzug das die Einwirkung der Kuppelungen bewirkende Herunterfallen von Gewichtshebeln verhindert. Reisst das Drahtseil, so hört der Druck des Seilhebels auf die Seillösung auf, die Gewichtshebel fallen und rücken die Kuppelungen ein, wodurch sodann die Laufachsen ihre Bewegung vermittelst der Kuppelung und der beiden Zahnräder auf die obgenannten Schraubenspindeln übertragen. Die Einrichtung ist so getroffen, dass bei einem Seilbruch von jeder Laufachse aus je ein Zangenpaar festgeklemmt wird. Ein drittes Zangenpaar ist noch angebracht, das vermittelst Uebersetzungen von den beiden Plattformen aus mit Handrad festgeklemmt werden kann. Diese Handbremse dient nicht etwa zur Regulirung der Fahrgeschwindigkeit, sondern lediglich nur zur Sicherheit, wenn der Fall eintreten sollte, dass die automatischen Bremsen aus irgend einem Grunde versagen sollten. Eine weitere Vorrichtung gestattet auch, die Kuppelungen von den beiden Plattformen aus mit Fusstritthebel einzurücken und so das Festklemmen der automatisch wirkenden Bremszangen zu bewirken. Die ältern Bahnen nach Stanserhornbahnsystem haben Reibungskuppelungen, wo durch Verschieben der auf der Welle losen Ausrückmuffe 4 verstellbare Kniehebel Bremsklötze gegen das Gehäuse pressen und so die Wellen verkuppeln. Jede Zange und die dazu gehörige Uebersetzung ist so berechnet, dass sie für sich allein schon den vollbelasteten Wagen mit der Höchststeigung festzuhalten vermag, auch dann, wenn der Wagen schon die doppelte der normalen Geschwindigkeit erlangt haben würde. Am Stanserhorn beträgt beispielsweise der grösste Druck jeder Zangenbacke auf die Schiene bei Annahme einer Adhäsion von 0,15 etwa 13500 kg. Durch die Keilform des Schienenkopfes wird der Wagen auf die Schienen niedergepresst und erhöht somit die Adhäsionskraft resp. Bremskraft. Die Pressung der Zangen nimmt bis zum Grenzzustand des Rollens der Laufräder zu, worauf diese bis zum Stillstand des Wagens auf den Schienen schleifen. Damit die Zangen während der Fahrt und namentlich in Curven die Schienen anstandslos passiren können, sind die Schraubenwelle und die Muttern seitlich verschiebbar, gegen Drehung jedoch gesichert. Das Lösen der Zange erfolgt dadurch, dass mittelst eines Schraubenwellenschlüssels die Schraubenwelle an dem am Ende befindlichen viereckigen Ansatz gedreht wird.

Die Seilbahnen der Schweiz weisen drei verschiedene Constructionen von Bremskuppelungen auf. An der Stanserhornbahn finden wir eine Friktionskuppelung nach System Domen-Leblanc, für die Dolderbahn wählte die Locomotivfabrik Winterthur Klauenkuppelung und die neuern Bahnen haben ausnahmslos eine Lamellen-Friktionskuppelung, deren Fiberlamellen zwischen Bronceplatten sitzen. Klauenkuppelungen können nur an schwach geneigten Bahnen ein sanftes Anhalten des Wagens sichern. Das System Domen-Leblanc ist für Verharzung und Verunreinigung empfindlicher als die von der Giesserei Bern angewendete Lamellen-Kuppelung, so dass letztere den Vorzug verdient. Es ist schon vorgekommen, dass bei Bremsproben die Domen-Leblanc-Kuppelung versagt hat. In allen Fällen sitzen die Kuppelungen auf den Laufachsen und werden von Gewichtshebeln aus durch Vermittelung doppelarmiger Hebelpaare eingerückt. Das Ausrücken kann der Conducteur von seiner Plattform aus besorgen.

Bei den amtlichen Bremsproben, die alljährlich 1—2 mal bei abgespanntem Kabel und maximaler Belastung in der Ruhe und Bewegung des Wagens stattfinden, wird ausser der Grösse des Bremsschliffes auch die Grösse der Gleitung der Frictionskuppelungen und des Einzuges der Zangen gemessen. Die Länge des vom Wagen nach der Auslösung der Bremsen bis zum Anhalten zurückgelegten Weges beträgt gewöhnlich 1—2 m, wovon etwa die Hälfte Weges auf den Freilauf, die andere auf Bremsschliff entfällt. Die Drehung der Kuppelung macht ungefähr $^1/_4$ bis $^1/_2$ ihres Umfanges, das Niederziehen des Untergestells 3—6 mm. Zur Lösung der Zangen sind etwa $^3/_4$ Touren der Schraubenspindel erforderlich. Ob der Schienenkopf eingefettet oder trocken ist, der Bremsschliff ist in beiden Fällen nahezu gleich gross, indem das Oel in Folge des grossen Bremsdruckes sofort verdampft. Die Neigung der Seitenflächen des Schienenkopfes beträgt eben 24° und die Tangente dieses Winkels 0,445, sodass ein Herabgleiten der Bremszange am Schienenkopf anfangs der Bewegung bei kleinerem Reibungscoefficienten als 0,445 eintreten und dadurch die Adhäsion der Laufräder bezw. den Reibungscoefficienten zwischen Schiene und Zangen vermehren und so eine allmähliche Verstärkung der Bremsklötze herbeiführen kann.

Bei weiterer Entwickelung des Seilbahnbaues ergab sich, dass auch die Stanserhornbremse nicht allen Anforderungen genügen kann, indem dieselbe sowohl Oberbau als Wagenuntergestell sehr beansprucht. Bei dieser Bremse darf man über eine gewisse Bremskraft nicht hinausgehen, wenn man nicht einen sonst ganz unnütz schweren Oberbau und unnütz schweres Wagengestell erhalten will; mit anderen Worten, wenn man der Seilbahn nicht immer die Leistungsfähigkeit geben kann, die man möchte und müsste, um der Bahn den erwünschten und möglichen finanziellen Erfolg zu verschaffen. Sehr oft hängt aber der finanzielle Erfolg einer Seilbahn davon ab, dass an Sonn-, Fest- und Markttagen grosse Personenmengen rasch und in kurzer Zeit befördert werden können. In Verbindung aber mit mehr oder weniger grössern Gefällen würden solche Wagenbruttogewichte in kritischen Momenten Bremskräfte erzeugen, die der übliche Oberbau nicht mehr ertragen könnte. Man kann sich aber bei meist so kurzen Bahnen nicht leicht entschliessen, einen neuen stärkeren Oberbau zu wählen, umsomehr als die nöthige Form des Schienenkopfes nur für Seilbahnen passt

Diesen Uebelständen abzuhelfen ist die neue von Ingenieur Ruprecht construirte Zangenbremse bestimmt. Der Schienenkopf hat wie am Stanserhorn die in Fig. 43 dargestellte Form eines auf die Spitze gestellten gleichschenkeligen Dreiecks. Der gewöhnliche Vignolschienenkopf taugt nicht, da er ein Abheben des Wagens von der Schiene nicht hindern könnte, was um so schlimmer wäre, als für eine gute Bremse am besten die Adhäsion des Fahrzeuges zu deren Schluss benutzt wird, wenigstens bei Seilbahnen ohne Zahnstange. Bei der gezeichneten Schienenform ist eine Trennung von Wagen und Schiene nicht mehr möglich. Spindel f wird also von einem der Radsätze angetrieben und treibt oben mit Hülfe der Kreuzkopfmuttern h h die Zange g g auseinander und zieht sie dadurch unten zusammen. Es entsteht nun eine Verticalkraft T, welche Schiene und Wagen gegeneinander zieht, wodurch die Adhäsion der Rollen auf den Schienen nur bis zu einem gewissen erwünschten Grade vermehrt wird. Aber anderseits werden die Schiene, und auch das Wagenuntergestell sehr stark auf Biegung beansprucht, und bleibende Deformationen der Schiene und der Schwellen sind vorgekommen. Es ist nicht zu vergessen, dass die Schiene auch seitlich und ferner durch die tangentiale Bremskraft schon sehr belastet ist. Nach Fig. 47 ist das Moment bei nur einer Zangenbremse $T \cdot \frac{c \times (d + c)}{2c + d}$ und bei 2 Zangenbremsen $T \times c$.

Neueste Wagenbremse für Seilbahnen mit Motorbetrieb.

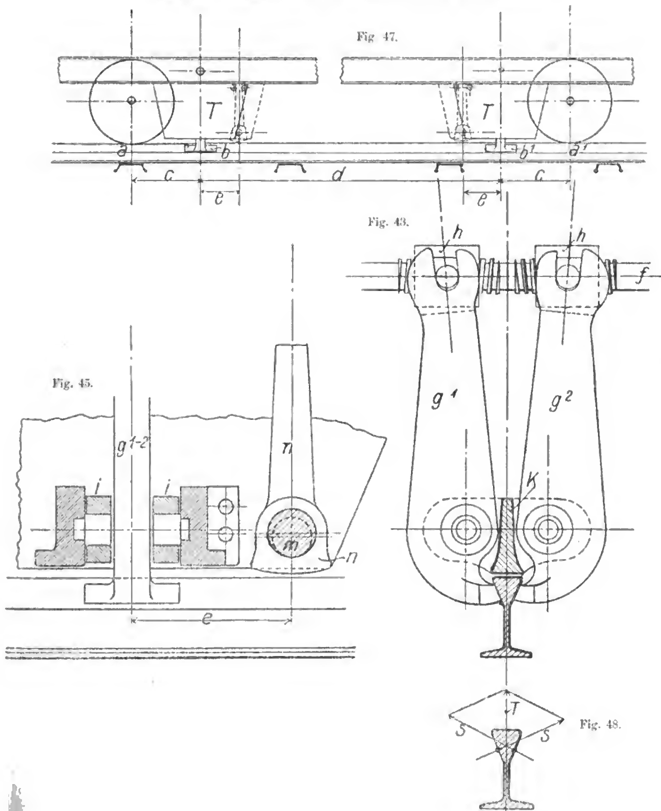


Fig. 47.

Fig. 43.

Fig. 45.

Fig. 48.

Neueste Wagenbremse für Seilbahnen mit Motorbetrieb.

Fig. 44.

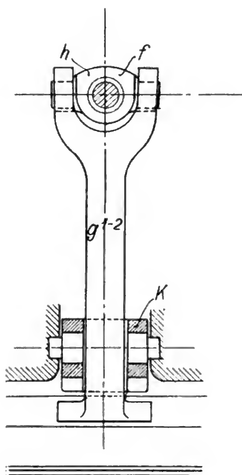
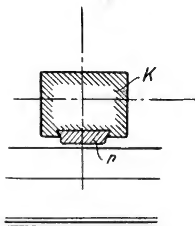


Fig. 46.



Bei bisheriger Construction, z. B. beim Stanserhorn, erzeugt also T, abgesehen von einer Adhäsionsvermehrung für die die Bremsen antreibenden Rollen nur unnütz grosse Beanspruchungen, namentlich des Oberbaues. Es liegt nun nahe, diese Kraft T dadurch zur Verstärkung der Bremse heranzuziehen, dass man sie zu einer Bremsung auf der oberen Seite des Schienenkopfes benutzt. Die totale Bremskraft wird natürlich die nämliche bleiben müssen; da sie nun aber nicht mehr allein durch die Zangendrucke S S, Fig. 48, sondern durch S S und T zusammen erzeugt wird, so muss nun auch die grösste der 3 Kräfte kleiner sein als vorher, wo nur S S Bremskraft erzeugten. Die zur Er-Erzeugung der Bremskraft nöthigen Kräfte sind also kleiner geworden. Von T wird aber insofern nur ein Theil zum Bremsen verwendet als natürlich bei normaler Fahrt zwischen der obern neuen Bremsbacke und der Schienenlauffläche ein gewisses Spiel sein muss. Ein Theil von T wird also immer noch auf das Zusammenziehen von Wagen und Schiene verwendet, also auch zur Vermehrung der Rollenadhäsion. Bald aber wird dann eine obere Bremsbacke zum Anliegen und Bremsen kommen und jedes weitere Wachsen von T wird nun zum Bremsen verwendet. Diese dritte neue Bremsbacke kann auf die verschiedenste Art erhalten werden, und die Zeichnung giebt darüber nur allgemeine Andeutungen.

Es können die Verbindungslaschen i i der Zangendrehachsen in jedes ähnliche Stück K geformt werden, so dass sie nach einem kurzen Moment zum Aufliegen auf der Schiene kommen; i i können auch zu einem Ganzen K vereinigt werden und K erhält wieder eine Form, um als dritte Bremsbacke zu dienen. In K kann auch ein besonderes Bremsstück p eingesetzt werden. Es wird aber im Allgemeinen vorzuziehen sein, dass die 3. Backe genau regulirbar ist, damit man die Wirkung derselben zu passender Zeit eintreten lassen kann, und es in der Hand hat, die Durchbiegung der Bremsschiene zu begrenzen. Das kann z. B. geschehen durch eine auf einer Excenterachse m sitzende Bremsbacke n, deren obere Verlängerung geeignet gehalten wird, so dass die entstehende Bremskraft zwischen Schiene u und n, nicht um m drehen kann.

Durch Drehen von m auf seinen excentrisch angeordneten Zapfen kann das Spiel zwischen n und Schienenlaufachse beliebig und zweckentsprechend gewählt werden. Der Biegungsmoment auf der Schiene wird dann nur noch, wenn man von der Continuität absieht, $T \times \frac{c \times o}{c + o}$ nun sehr viel kleiner als vorher, wobei auch T kleiner wird, da S und S bei 3 seitiger Bremsung kleiner werden. Der Oberbau wird also bei gleicher Bremskraft ganz wesentlich weniger beansprucht und kann bei bedeutend ungünstigeren Belastungs und Steigungsverhältnissen noch genügen, wo er bei der alten Bremse schon zu schwach wäre. Es könnten natürlich auch die Zangen selbst so geformt werden, dass an ihnen die 3. Bremsbacke angegossen oder geschmiedet wäre. Im Interesse einer möglichen Regulirung ist aber eine Construction im Sinne der vorher beschriebenen und in Fig. 43—48 dargestellten vorzuziehen. Natürlich kann irgend ein anderer Theil des Wagengestelles zwischen b b' entsprechend ausgebildet werden, und an irgend einer Stelle zwischen b b' eine 3. Bremsbacke auf die Laufläche der Schiene wirkend in irgend welcher Form angebracht werden.

Zum Schlusse sei in Bezug auf Seilbahnbremsen noch erwähnt, dass das Eisenbahndepartement für Bremsproben ein Schema aufgestellt hat, das die Bahngesellschaften zur Protokollirung der Resultate benutzen und der Behörde zeitweise unterbreiten und dass für Specialbahnen mit Saisonbetrieb die nachfolgende Verordnung des Bundesrathes besteht.

Der schweizerische Bundesrath,

in Anwendung des Art. 31 des Bundesgesetzes vom 23. December 1872 über den Bau und Betrieb der Eisenbahnen auf dem Gebiete der schweizerischen Eidgenossenschaft[1]);

auf den Antrag seines Post- und Eisenbahndepartements,

beschliesst:

Art. 1. Die Verwaltungen derjenigen Specialbahnen (Zahnradbahnen, Seilbahnen etc.), deren Betrieb über den Winter eingestellt wird, haben spätestens 8 Tage vor der beabsichtigten Wiedereröffnung im Frühjahr dem Eisenbahndepartement hiervon Kenntniss zu geben.

Art. 2. Diese Mittheilung ist mit dem Nachweis zu begleiten, dass die Bahnanlage und deren Einrichtungen, sowie das Rollmaterial sich in betriebsfähigem Zustande befinden und das für den Betrieb erforderliche Personal vorhanden und gehörig instruirt sei.

Dabei ist namentlich über folgende Punkte Aufschluss zu ertheilen:

die gehörige Instandstellung des Bahnkörpers nach allfälligen Beschädigungen während des Winters und die Räumung desselben, insbesondere der Felsböschungen und Lehnen, von losen und drohenden Theilen, bezw. die Konsolidirung der betreffenden Partien;

die Auswechslung beschädigter Theile des Oberbaues, die Ausrichtung der Geleise, Behebung von Mängeln an der Zahnstange (lose Zähne, unrichtige Zahntheilung an den Stössen etc.);

die gute Instandstellung des sämmtlichen Rollmaterials, die Vornahme von Fahr- und Bremsproben mit sämmtlichen Fahrzeugen, die Regulirung der Bremsapparate;

das Vorhandensein des nothwendigen Personals, dessen gehörige Einschulung und, soweit es sich um neuangestelltes Personal handelt, das berufen ist, die Bahnpolizei auszuüben, der Ausweis, dass die gesetzliche Beeidigung erfolgt sei;

die Ausführung rückständiger, vom Departement verlangter Arbeiten.

Die Resultate der Bremsproben sind in einem eigens hierzu geführten Buche zu protokolliren und dem Departement und dessen Organen auf Verlangen zur Kenntniss zu bringen.

Betreffend die Kabel der Seilbahnen wird auf die bezügliche Verordnung verwiesen.

Art. 3. Das Eisenbahndepartement wird, soweit thunlich, durch seine Organe die Betriebsbereitschaft der Bahn feststellen und Kontrollproben vornehmen lassen.

Ergeben sich dabei noch Anstände, so kann das Departement die Betriebseröffnung bis nach Behebung derselben untersagen.

Zu dem Verbot der Betriebseröffnung ist das Departement auch berechtigt, wenn seitens der Bahnverwaltung die obigen Vorschriften nicht befolgt worden sind.

Art. 4. Die gegenwärtige Verordnung tritt sofort in Kraft.

Das Eisenbahndepartement wird mit den Vollzugsanordnungen beauftragt.

Bern, den 21. December 1894.

Mechanische Einrichtungen.

Endstationen.

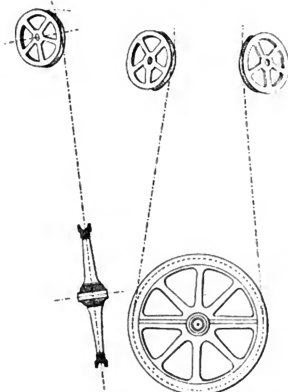
Die mechanische Einrichtung ist für Bahnen mit Wasserlastbetrieb sehr einfach. Am Geleisende führen gewöhnlich grössere, das Seil nach ein oder zwei Richtungen ab-

[1]) Siehe eidg. Gesetzsammlung, Band XI, Seite 1.

lenkende Rollen auf die Hauptrolle, die entweder in der Steigung des obersten Bahngefälles oder bei mangelndem Platz schwächer geneigt, bis horizontal liegt. Der Ablenkungswinkel bei den Umleitrollen beträgt in horizontaler Richtung bis 12° und in verticaler bis 15°. Von dieser Anordnung macht nur die Gütsch- und Lauterbrunnen-Grütsch-Bahn eine Ausnahme, erstere, weil sie vierschienig ist und daher eine gerade Führung gestattet, und bei letzterer ist der Uebergang der Kabelachsen auf die Umlaufrolle durch allmähliches Auseinanderziehen der Geleiseenden ermöglicht worden. Die Umleitungsrollen sind zweitheilig, haben Rillen aus Nussbaum-, Buchen-, oder Eschenholzsegmenten und einen Durchmesser von etwa dem 130 fachen des Seildurchmessers. Zur Sicherung gegen das Herausfallen des Kabels dient stets ein polygonaler Holzrahmen, der bis auf wenige Millimeter an das Rollenbord heranreicht. Die Rillen der Ablenkungsrollen haben Holz-, Leder- oder auch gar kein Futter.

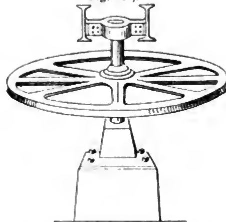
Eine der gewöhnlichen Anordnungen der Seilführung in der obern Station zeigen die Fig. 49—51. An sämmtlichen 10 Anlagen mit Wasserlastbetrieb können die gewählten Ablenkungsverhältnisse der Ablenk- und Umleitrollen in keinem Falle als ungenügend bezeichnet werden, wohl aber nöthigten einige zu nachträglicher Verringerung der Ablenkungswinkel in Bahn- und Ausweichkurven, was jeweilen durch Vermehrung von Seilrollen geschah.

Fig. 50*). Fig. 49*).



Obere Seil-Ab- und Umleitung.

Fig. 51*).



Umleitungsrolle.

An der Ecluse-Plan-Bahn wurde vor 10 Jahren nachträglich und versuchsweise eine Centrifugalbremse in Verbindung mit der grossen Seilrolle gebracht. Vermittelst starker Uebersetzung konnte ein von der Umleitrolle aus betriebener Cylinder in rasche Bewegung gesetzt werden. Bei Ueberschreitung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit bewegten sich die mit Federn an die Nabe geschlossenen Centrifugalgewichte gegen den Cylindermantel und bremsten bis die Normalgeschwindigkeit erreicht war. Diese Bremse ermöglichte eine sehr gleichmässige Fahrt ohne Mithülfe der Wagenbremsen, wurde aber wegen ihrem heftigen Geräusch entfernt und es ist später die Einführung und Vervollkommnung derselben der nach und nach vollendeten Wagenbremsen wegen nicht als wünschenswerth erachtet worden.

*) Aus Walloth's Drahtseilbahnen.

Wasserlastbahnen haben in der obern Station an nennenswerthen Einrichtungen ausser den Ablenk- und Umleitrollen nur noch die vom Reservoir oder der Druckleitung nach dem Wagen führende Wasserleitung, deren Ende sich bei Ankunft des Wagens in sein etwas grösseres Leitungsrohr schiebt. Von der untern Plattform aus, von wo auch Telephon und Läuteapparat bedient werden, kann nach den Angaben des Conducteurs vom untern Wagen durch ein Getriebe der Wasserschieber geöffnet und in einigen Minuten die erforderliche Wassermenge gefasst werden. Eine zweite kleine und separate Leitung dient zur Fassung des Bremsenkühlwassers.

In den untern Stationen finden wir beim Wagenstand nur das Winkeleisen, auf welches der Zapfen des Entleerungsventils aufläuft und so den Wasserkasten automatisch entleert. Die beiden Bahnen mit Ausgleichseil besitzen überdies eine der obern Stationen analoge Seilführung, nur ist die Lagerung der Umleitrolle mit Rücksicht auf die Seildehnung beweglich, indem sie auf einen mit Steinen beladenen zweiachsigen niedern Wagen plazirt ist, der sich um einige Meter in der Geleisrichtung bewegen kann.

Tragrollen. Wie aus der Tabelle über die Hauptverhältnisse hervorgeht, haben die geraden Seilrollen im untern Bahntheil also in kleinen Gefällen kleineren Abstand als in grösseren. Der Abstand richtet sich nach Gewicht und Spannung des Seiles; er darf aber nicht so gross sein, dass das Seil den Schotter berührt und beim Fahren Seilschwankungen entstehen und nicht so klein, dass das Seil in seiner Maximalspannung auf der Rolle schleifen kann. Die von Vautier aufgestellte Formel $\sqrt{\frac{8 f T'}{\gamma}}$ gibt zu grossen Rollenabstand.

Für den Abstand der Curvenrollen ist hauptsächlich die Grösse des Ablenkungswinkels des Seiles zu berücksichtigen und es ist sehr zu empfehlen, diesen den Kabelverhältnissen entsprechend und nicht zu hoch zu wählen, was auch für gerade Strecken mit convexen Gefällsbrüchen gilt. Maſsgebend sind die in der Tabelle angeführten Zahlen, indem geändert wurde, was als unzweckmäſsig sich zeigte.

Eine richtige Construction der Tragrollen wurde auf mannigfaltige Weise erstrebt: man versuchte es mit Futter aus Composition, Holz, Leder, Kautschuk und Gusseisen. In neuerer Zeit verwendet man aber Rollen mit zwei gepressten Stahlblechscheiben, und eingelegtem Gusseisenring bei grösserer Ansprucbnahme und Gusseisenrollen ohne Futter bei geringerer Ansprucbnahme (Fig. 52—53).

Die Rollenlager haben Compositionsbüchsen und Consistentfett-Schmierung und ruhen auf Flacheisen, die mit den Querschwellen verschraubt sind.

Die schiefen Rollen haben etwas grösseren Durchmesser als die geraden, ein unteres äusseres Bord zum Tragen und ein oberes inneres Bord zur seitlichen Seilführung. Da es meistens nicht möglich ist, die Rollen senkrecht zur Kraftrichtung zu neigen, werden mitunter, — namentlich bei kleineren Curven, — statt der schiefen Rollen, kleine Rollen mit verticaler Achse und daneben eine Walze zum Tragen des Seiles verwendet. (Ragaz-Wartenstein, Zürichbergbahn, Beatenbergbahn und Lausanne-Ouchy.)

Die Rollen werden nummerirt und dienen als Merkzeichen für die Seilcontrole.

Die Rollengruben bestehen bei Schotterlage aus Mauerwerk, Presssteinen, oder am vortheilhaftesten aus einem bis an die Packlage reichenden Hartholzkasten (Fig. 52—53) und sind derart zusammengesetzt, dass eine bequeme Anpassung der Kasten an das neu regulirte Geleise möglich ist. Die Höhe der Kabelachse über Schwellenhöhe begrenzt bei

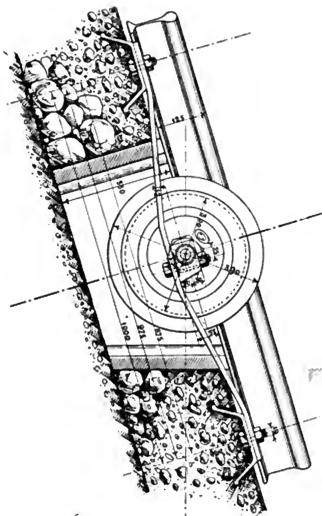


Fig. 52.

Neuere Seiltragrollen.

Maafsstab 1 : 10.

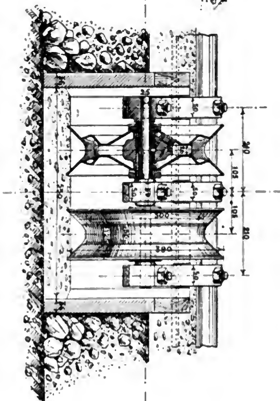


Fig. 53.

Fig. 54. Schatzalpbahn. Dawsongasanlage. Mafsstab 1 : 100.

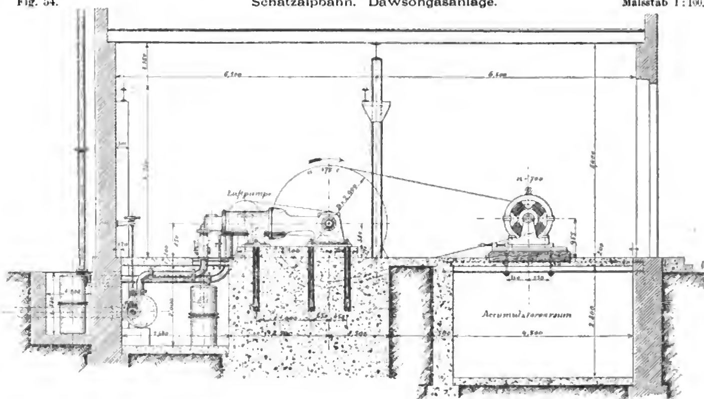


Fig 55.

Auspufftöpfe

Luftreservoir u. Luftpumpe

Auspufftöpfe

Schalttafel

Zellenschalter 2

Zellenschalter 1

eingleisigen Anlagen die Schienenhöhe, indem die glatten Laufrollen das Kabel im obern Theil der Ausweichung überkreuzen müssen. Ausserhalb der Ausweichung wird die Kabelachse um einige Centimeter höher gelegt als in derselben.

Grösseres Interesse bieten die mechanischen Einrichtungen des Motorbetriebes, zumal in Folge der in der Schweiz vorkommenden verschiedenartigen Verwendung der Betriebskraft.

Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass der Motorbetrieb immer grössere Anwendung findet; es dient in den meisten Fällen die Centrale ausser für die Bahn auch noch zu andern Zwecken, wodurch die etwas theuren Anlagekosten der Motorbahnen fast ausnahmslos reichlich verzinst werden können. Nur die beiden kleinen Seilbahnen in Zürich und die Gurtenbahn besitzen keine eigene Centrale, sondern miethen den Betriebsstrom, die eine zu 24, die andere zu 20 Cts. per Kilowattstunde.

Am Bürgenstock wird die bewegende Kraft dem 4 km vom Bürgenstock entfernten Aabach entnommen. Dieselbe Kraft treibt in den Zwischenräumen von zwei Zügen ebenfalls auf elektrischem Wege eine Pumpe zur Beschaffung von Quellwasser in halber Höhe der Bahn und besorgt am Abend die elektrische Beleuchtung der Hotels und des am Endpunkte der Seilbahn gelegenen Restaurants. Die Primärstation von 150 P. S. wurde nach dem Baue der Stanserhornbahn vergrössert und treibt jetzt auch diese Bahn, überdies aber noch die Strassenbahn Stansstad-Stans. Wie auf Bürgenstock, so wird auch hier die Wasserversorgung elektrisch betrieben und der Elektromotor der Pumpstation eingeschaltet, wenn die Bahnbetriebe die vorhandene Kraft nicht voll ausnutzen. Des Abends nach Betriebschluss treiben die Elektromotoren der Bürgenstock- und Stanserhornbahnstationen Gleichstrommaschinen, welche auf dem Bürgenstock in Gemeinschaft mit einer Accumulatorenbatterie zur Beleuchtung der Hotels dienen und auf dem Stanserhorn überdies einen Scheinwerfer von 22000 N.-K. speisen, der seinen Lichtkegel abwechselnd über die Orte am Vierwaltstättersee und die Hotels der benachbarten Berge und der Stadt Luzern erstrahlen lässt.

Die Centrale bei Maroggia am Südende des Luganersees liefert unter Zwischenschaltung von Transformatoren den Strom ausser für die 8 km entfernte Salvatorebahn auch für die elektrische Beleuchtung der Stadt Lugano und des Seilbahnrestaurants. Wie die übrigen Centralen wurde auch diese in der Absicht angelegt, das Bahnunternehmen um etwas von den erheblichen Kosten der Kraftanlagen zu entlasten.

Die Centrale der Biel-Leubringen-Bahn ist mit einem Pumpwerk verbunden, das der höher gelegenen Gemeinde Leubringen Trinkwasser verschafft, ebenso liefert die Primärstation am Reichenbach ihre Kraft nicht blos für die Bahn, sondern auch zur Beleuchtung der Hotels und des Reichenbachfalles.

Die Gesellschaften der Dolder-Schatzalp-und Pélerinbahn bauten Centralen mit Gasmotoren, die elektrische Motoren treiben und Accumulatoren speisen, dabei aber bedeutend mehr Kraft liefern als die Bahn erfordert, um sie eben auch für andere Zwecke verwenden zu können. Diese drei Bahnen haben Nebenschluss-Gleichstrom-Motoren und es wird die bei der Thalfahrt gewonnene Bremsarbeit in die Generatorenstation zur Speisung der Accumulatoren geleitet, wodurch der Nutzeffect bei diesen drei Anlagen um 15—22 % erhöht wird.

Die Dolderbahn wiederum hat eine Dawsongasanlage mit zwei Gasmotoren à 60 P.-S. und 1 Motor von 50 P.-S., 120 Volt und 420 Touren. Die Schatzalpbahn besitzt ebenfalls eine von der Locomotivfabrik Winterthur gebaute Dawsongasanlage mit 2 Gasmotoren

von je 50 P.-S. Die zwei Gleichstrommaschinen mit Nebenschlusswickelung von je 33 K.-W. Leistung haben 700 Touren und 400—600 Volt Spannung und Riemenantrieb. Der Kraftverbrauch bei Vollbelastung beträgt 50 P.-S. Die Accumulatorenbatterie von 240 Elementen hat an der Motorwelle 50 P.-S. Std. Capacität und der Motor bei 650 Touren und 400 Volt 50 P.-S. Leistung.

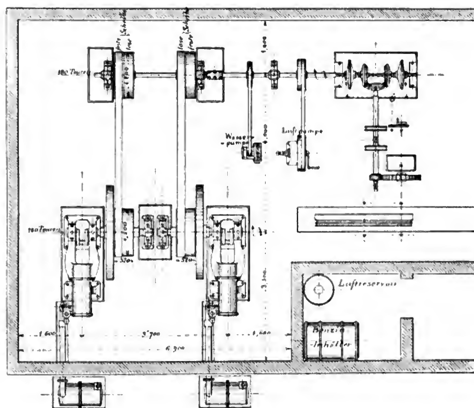
Die Pélerinbahn besitzt eine Gazogèneanlage, 2 Gasmotoren à 25 P.-S., einen elektrischen Motor von 70 P.-S. und eine Accumulatorenbatterie.

Diese 3 Bahnen haben sich trotz der etwas grossen Anlagekosten doch zur besten Zufriedenheit bewährt.

Die Lausanne-Signalbahn hat 2 Benzinmotoren zu 30 P.-S. eingeführt, die ohne Zwischenschaltung der elektrischen Motoren arbeiten und direkt mit dem Seilrollengetriebe verbunden sind, Fig. 56. Derartige Einrichtungen können nur bei wenig wechselndem Kraftbedarf Anwendung finden, denn Längenprofile wie etwa das der Pelerinbahn würden ohne elektrische Motoren eine gleichmässige bequeme Fahrtregulirung nicht ermöglichen, da der Widerstand von Gasmotoren für den Kraftausgleich viel zu gering wäre.

Lausanne-Signal. Benzinmotoranlage.

Fig. 56. Maafsstab 1 : 100.



Antrieb mittelst Dampfmaschine ohne Umformung in elektrische Energie ist für die meisten Fälle auch nicht empfehlenswerth, denn wiederum wäre man zu sehr von der Geschicklichkeit des Maschinisten abhängig. Wenn die Dampfmaschine umsteuerbar ist, so kann ein Tourenregulator nicht angewendet werden u. die Benutzung eines Wendegetriebes giebt zu verwickelten Constructionen Anlass und erfordert sodann eine umständliche Bedienung. Dampfmaschinen sind sogar als Reservemotoren nicht empfehlenswerth.

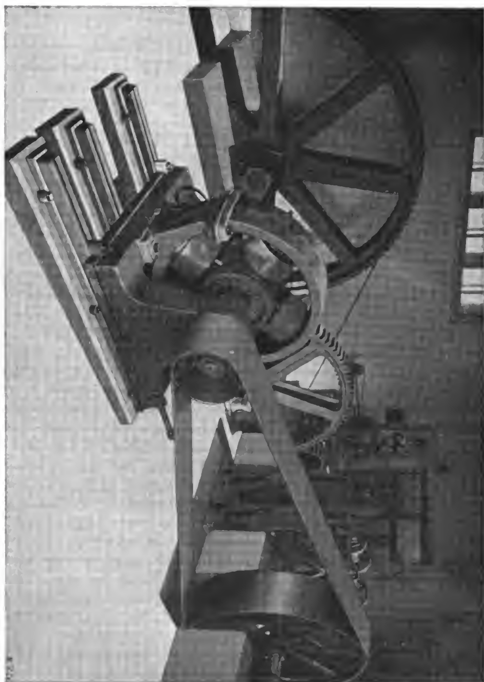


Fig. 57. Schatzalpbahn. Motorstation.

So besitzt bekanntlich auch die Salvatorebahn ein Halblokomobil von 50 P.-S. und die Stationen der Stanserhornbahn je einen separaten Kessel und eine 60 pferdige liegende Dampfmaschine als Reserve. Solche Reserven sind aber sehr theuer in Anschaffung und Betrieb, sie beanspruchen ferner viel Platz und erfordern zu viel Zeit zur Ingangsetzung bei Störung der elektrischen Anlage. Später gebaute Bahnen haben als Reserve in zweckmässigerer Weise Accumulatoren oder einen Gasmotor oder zweiten elektrischen Motor angeschafft.

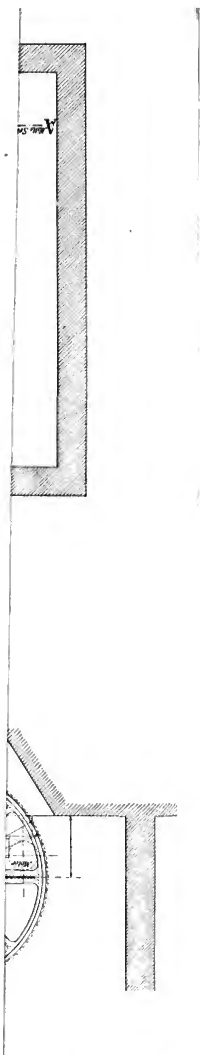
Für den Seilbahnbetrieb eignet sich der elektrische Motor weitaus am besten. Bei allen im Betrieb vorkommenden Belastungsschwankungen und ebenso wenn während der Fahrt bald am linken, bald am rechten Wagen Zugkraftüberschuss besteht, giebt der Motor selbstthätig constante Tourenzahl; im übrigen erfordert er wenig Platz, wenig Bedienung und Unterhalt. Er wird dementsprechend als Drehstrommotor oder als Gleichstrom-Nebenschlussmotor und so gebaut, dass er unter voller Belastung anfahren und der Wechsel der Fahrtrichtung durch Umschaltung des Stromes folgen kann. Bei den Bahnen Bürgenstock und Salvatore wird das Getriebe, aber nicht der Motor umgestellt. Zum Regeln des Anfahrens und Haltens oder für kurze Verlangsamung der Fahrt überhaupt dienen Widerstände, die in den Hauptstrom eingeschaltet sind und für kürzere Zeit jede beliebige Tourenzahl herzustellen vermögen.

Die Motorenstärke wird mit Rücksicht auf die Erwärmung bei starkem Verkehr stets reichlich bemessen. Die stets durch Lederriemen getriebenen Motoren haben 450—750 meistens aber 600 Touren und die Uebertragung auf die Triebrolle geschieht mit einer einzigen Ausnahme durch zwei Vorgelege.

Das Seil wird zur Ausgleichung der Spannungsunterschiede gewöhnlich über die Triebrolle, Gegenrolle und die schiefe Zwischenrolle geführt. Bei sehr starken Spannungsunterschieden werden die Rollen mit drei Rillen versehen, wodurch die Zwischenrolle wegfällt. Die Seilumwickelung beträgt $1—4\,\pi$ und die Anzahl derselben ergiebt die Annahme eines Reibungscoefficienten zwischen Seil und Rolle von 0,09 bis 0,1, wenn die Gussrollen nicht gefüttert sind und von 0,12 bei Rollen mit Holzfuttern. Wo Jahresbetrieb besteht, ist dafür zu sorgen, dass das Kabel keinen Schnee auf die Rollen mitführen kann.

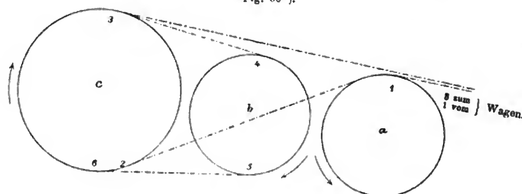
Die Bedienung des Triebwerkes liegt in den Händen eines Maschinisten, der von seinem Platze aus den obern Bahntheil bequem übersehen kann und durch ein Bodenbrett gegen unerwartete elektrische Schläge geschützt, das Handrad der Handbremse und das des Rheostates handhabt, während in Kopfhöhe Ampèremeter und Voltmeter zur Controle des Stromes dienen. Ferner kann der Maschinist an einem Messinglineal mit Scala und Zeiger den jeweiligen Stand der Wagen auf der Strecke erkennen und endlich wird er beim Einfahren des Wagens in die Station durch eine Warnungsglocke aufmerksam gemacht, die durch den Radspurkranz und den Schluss eines Contactes bethätigt wird. Das Anhalten durch den Maschinisten erfolgt durch successives Ausschalten des Stromes und Anziehen der Maschinenbremse. Ohne geschlossenen Motorstromkreis zu fahren, d. h. allein nur mit der Maschinenbremse, ist untersagt. Sollte der Maschinist den einfahrenden Wagen nicht merken und weder den Distanzenzeiger, noch die Warnungsglocke beachten, so löst der gegen die Puffer am Stationsende anfahrende Zug durch eine Hebeltransmission die automatische Bremse aus, die auf der ersten Vorgelageachse neben der Handbremse placirt ist; ausserdem schaltet er zugleich den Strom aus.

Diese beiden Bremsen haben gleiche Construction und stets hölzerne Bremsklötze, deren einarmige Hebel am obern Ende durch eine Schraubenspindel zusammengezogen



werden können. Die eine dieser Bremsen ist mit einem Centrifugalregulator verbunden, der bei Ueberschreitung von mehr als etwa 20 % der normalen Fahrgeschwindigkeit die genannte, auch hier für Handbedienung eingerichtete Spindel rasch zudreht. Die mechanische Einrichtung einer der neuesten Bahnen in allen Theilen und Hauptdimensionen ist leicht verständlich durch die Fig. 58—59a. Während diese für Pélerinbahn gebaute Anlage Hauptrolle und Gegenrolle mit je 3 Rillen ohne Anwendung von Zwischenrollen zeigt, geben die Fig. 60 u. 61 Aufschluss über die gebräuchliche Construction mit Zwischenrolle und 2 Rillen für Bahnen mit geringeren Spannungsunterschieden. Eingeschriebene Zahlen erklären die Umleitungsfolge des Seiles.

Fig. 60 *).



Seilumleitung an der oberen Station.

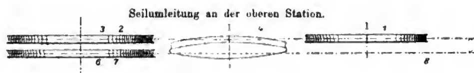


Fig. 61 *).

Signaleinrichtungen. Bahnen mit Motorbetrieb haben in der Regel längs der Linie 4 Signaldrähte. Einer derselben dient für den elektrischen Läuteapparat im Maschinenhaus zur Anmeldung von Ankunft und Abgang von den Endstationen und zur Gegenmeldung.

Zwei andere besorgen die Stationstelephons und der vierte dient in der Höhe des Wagens als Leitung, bei deren Berührung durch eine, dem Conducteur beigegebene Stange ein Stromkreis sich schliesst, wodurch im Maschinenraum ein Läutewerk zum Anschlagen kommt. Diese letztere Einrichtung gestattet von der Strecke aus Signale für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt an den Maschinisten gelangen zu lassen, wozu sich auch die Conducteure mitgeführter Hornsignale bedienen können.

Vor Beginn der Fahrt haben die Conducteure zunächst die Dienstfähigkeit der Signalapparate zu prüfen, indem sie sich gegenseitig und auch dem Maschinisten das Signal „Achtung" (——) zusenden. Nach dem Einsteigen der Reisenden und vorgenommener Controlirung der Billete und des Gepäcks schliessen sie die Perrons und hernach die Wagen ab. Der untere Conducteur begiebt sich auf seinen in der Fahrrichtung gelegenen Führerstand, giebt mittelst des Läutewerks das Signal „Fertig" (—— ——) und bleibt auf seinem Posten der Abfahrt gewärtig. Der obere Conducteur giebt durch das Läutewerk das Signal „Fertig" zurück und dann seinerseits dem Maschinisten das Signal „Fertig" (—— ——) mit der Mundpfeife.

*) Aus Walloth's Drahtseilbahnen.

Giebt der obere Conducteur zuerst das Zeichen „Fertig" an die untere Station, so hat er vorerst das Bestätigungssignal von der letztern abzuwarten, bevor er dem Maschinisten das Pfeifensignal „Fertig" zurückgiebt.

Vom Momente an, wo sie das Signal „Fertig" abgegeben haben, dürfen die Conducteure ihren Posten nicht mehr verlassen, bis nach Beendigung der Fahrt. Nach Beendigung derselben werden die Wagenthüren und die Zugänge zu den Perrons geöffnet.

Während der Fahrt hält der Conducteur seine Aufmerksamkeit ausschliesslich auf seinen Wagen, die Bremse, die Fahrgeschwindigkeit und die Linie gerichtet; jeder Verkehr mit Fahrgästen oder andere Zerstreuung ist strenge zu meiden.

Bemerkt er irgend eine Unregelmässigkeit, welche die Wagen gefährden könnte, so giebt er dem Maschinisten mit dem Signalstabe das Signal „Halt" (——— langer Ton), d. h. er hält den Signalstab so lange am Signaldrahte, bis der Wagen steht. Im Nothfalle bringt er selbst durch Schliessen der Bremsen seinen Wagen zum Stehen. Da dies aber, besonders beim aufsteigenden Wagen, für das Kabel sehr nachtheilig ist, so darf es nur im wirklichen Nothfalle und mit Vorsicht gethan werden. Der Conducteur des andern Wagens lässt dagegen, wenn die Fahrt unterbrochen wird, seine Bremse unberührt, ausser es finde eine ungewöhnlich rasche Abwärtsbewegung des Wagens statt. Ist das Hinderniss gehoben, und kann der Wagen, welcher den Halt veranlasst hat, in der frühern Richtung weiterfahren, so giebt zuerst sein Conducteur dem andern Wagen mittelst des Hornes das Signal „Fertig" (—— ——); nachdem er dieses Signal vom andern Wagen zurückerhalten und seine Bremse geöffnet hat, giebt er dem Maschinisten mittelst des Signalstabes das Signal „Fertig" (—— ——). Muss dagegen der Wagen nach seinem Ausgangspunkt zurückkehren, so wird mittelst des Rufhorns bezw. des Signalstabes „Fertig" das Signal „Rückwärts" (—— —— ——) gegeben.

Sollte der angehaltene Wagen einer Hülfeleistung bedürfen, so wird nach der obern Station mit dem Signalstab das Signal (—— —— —— —— —— —— —— —— ——) gegeben, worauf der Maschinist den Betriebschef unterrichtet oder, wenn dieser nicht zur Stelle, die Hülfe selber absendet. Seine Stelle an der Maschinenführung darf aber nicht unbesetzt bleiben.

Nach einem Halt auf der Strecke dürfen die Conducteure dem Maschinisten das Fahrsignal nie geben, ohne sich vorher überzeugt zu haben, dass die Hand- und automatischen Bremsen geöffnet sind.

Im Falle eines Seilbruches sind alle Bremsen sofort zu schliessen.

Die Handbremse ist, wie die automatische, nur als Nothbremse zu gebrauchen. Nachts wird sie geschlossen und mit Kette und Schloss befestigt.

Die Conducteure haben das Rufhorn bei Dienstantritt jeweilen an den hierfür bestimmten Platz auf die Wagen zu verbringen, damit sie dasselbe stets zur Hand haben.

Nach Dienstschluss sind die Hörner in den Stationen unterzubringen.

Mindestens ein Mal wöchentlich haben sich die Conducteure unter Leitung und Mithülfe des Bahnmeisters durch Abspannen des Kabels von dem richtigen Functioniren der automatischen Bremsen an beiden Wagen zu überzeugen.

Stationsgebäude.

Zwischenstationen für Personenverkehr haben nur wenige Bahnen, jedoch sind es solche mit Motor- und Wasserlastbetrieb, so Lausanne-Ouchy, Ecluse-Plan-, Vevey-Pélerin- und die Geissbergbahn. Diese Bahnen haben je zwei Zwischenstationen mit gleich weiten Abständen, so dass jeweilen beide Wagen gleichzeitig auf Stationen zu stehen kommen.

Die Gebäude der Endstationen sehen wir verschiedenartig eingerichtet, je nach Bahnzweck, Ortsverhältnissen, Steigung, Betriebssystem und der Verkehrsart. Touristenbahnen haben zuweilen Bahnhofgebäude mit Restaurant vereinigt, etwas abseits gelegene Gebäude enthalten meistens Dienstwohnungen und Wartezimmer für das Fahrpersonal. Bei Seilbahnen in Städten beschränkt sich dagegen gewöhnlich das Stationsgebäude nur auf einen Warteperron vor dem Geleiseende und die Einsteighalle. Mit Rücksicht auf die heutigen Betriebsanforderungen werden aber die Gebäude stets mit getrennten Ein- und Ausgängen für die Zeiten starken Verkehrs, mit seitlichen, 1,2—2,5 m breiten, auf die Höhe der Wagenböden reichenden Perrons, mit Puffer vor dem Geleiseende, und 1,3—1,4 m tiefen Arbeitskanälen gebaut. Diese zur Revision und Reparatur der Wagen bestimmten, auf die ganze Wagenlänge sich erstreckenden Gruben sind derart erbaut, dass alle Wagentheile zwischen und ausserhalb der Schienen bequem zugänglich sind, zu welchem Zwecke in der Regel die Laufschienen über der Grube direct auf I-Ballen befestigt sind, deren Stärke zwischen den Grubenenden höchstens einmalige Auflagerung durch Querbalken fordert. Gruben neuerer Wasserlastbahnen sind noch mit leicht montirbarem Oberbaustück zum Herunterlassen des Radsatzes eingerichtet.

Einsteigeperrons sind in den meisten Fällen zu beiden Seiten des Wagens; deren Länge beträgt entsprechend dem Betriebssystem und der Bahnlänge das 1,2—2 fache derjenigen des Wagens. Sie sind bis etwa 25 % Bahnneigung ungetreppt. Für Haltestellen von mehr als etwa 50 % Steigung und besonders wo grosse Waarentransporte vorkommen, sind mit Flacheisen eingefasste Holzstufen den Beton- oder Steinstufen vorzuziehen.

Betriebsjahr 1898.

Betriebs-Statistik der Drahtseilbahnen des

Bezeichnung der Angaben.	Einheit	Unter-						
		Beatenberg-bahn	Biel-Leubringen	Biel-Magglingen	Bürgen-stockbahn	Cossonay gare-ville	Dolderbahn (Zürich)	Ecluse-Plan (Neu-châtel)
Anlagekosten.								
Bahnanlage und feste Einrichtungen	Franken	488737	265658	383327	218000	382645	253806	211360
Motoren, Drahtseile und Rollmaterial	„	188326	35749	60000	45000	44547	31541	37016
Mobiliar und Geräthschaften	„	4274	3486	6673	2000	5514	4692	1182
Im Ganzen	„	681337	304893	450000	265000	432706	290039	249558
Per Bahnkilometer	„	423191	339524	275566	318893	354677	358073	658464
Leistungen des Rollmaterials.								
Gesammtzahl der ausgeführten Züge (gleichzeitige Auf- und Niederfahrt je als zwei Züge gerechnet)	Züge	5422	22462	5110	6956	15626	34418	32016
Parcours der Drahtseile	Kilom.	4338	10018	4152	2876	9461	13750	5891
Zugskilometer	„	8676	20036	8304	5752	18922	27500	11782
Achsenkilometer der Personenwagen	„	17352	40072	16608	11504	37844	55000	23564
Achsenkilometer der Lastwagen	„	—	—	—	—	—	—	—
Achsenkilometer im Ganzen	„	17352	40072	16608	11504	37844	55000	23564
Tägliche Züge über die ganze Bahn	Züge	14,85	64,88	14,00	19,06	42,81	94,30	87,71
Durchschnittliche Achsenzahl per Zug	Achsen	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Verkehr.								
Reisende	Reisende	39950	156534	31455	39407	41859	119709	176295
Personenkilometer im Ganzen	Pers. Km.	63920	139628	51114	32590	50691	95647	*46542
Personenkilometer per Bahnkilometer	„	39950	156534	31455	39407	41859	119709	176295
Personenkilometer per Zugskilometer	„	7,37	6,97	6,15	5,67	2,68	3,48	3,05
Gepäck, Thiere und Güter	Tonnen	1034,00	274,01	94,66	509,46	561,00	16,77	*40,55
Tonnenkilometer im Ganzen	Tonn. Km.	1654,40	244,41	153,82	421,32	679,37	13,40	*10,71
Tonnenkilometer per Bahnkilometer	„	1034,00	274,00	94,66	509,46	561,00	16,77	40,55
Tonnenkilometer per Zugskilometer	„	0,191	0,012	0,019	0,073	0,036	0,001	0,001
Betriebseinnahmen								
Von Reisenden	Franken	47709	42138	19267	39345	10266	33297	20206
Von Gepäck, Thieren und Gütern	„	14599	2981	1600	3968	2298	95	345
Verschiedene Einnahmen	„	5244	669	2953	545	4035	917	328
Im Ganzen	„	67552	45788	23820	43858	16599	34309	20879
Per Bahnkilometer	„	42220	54123	14658	53032	13707	42940	56736
Per Zugskilometer	„	7,78	2,28	2,87	7,63	0,88	1,25	1,77
Per Reisenden und Kilometer	„	0,75	0,30	0,38	1,21	0,20	0,35	0,43
Per Tonnenkilometer	„	8,82	12,20	10,40	9,42	3,38	7,09	32,21
Betriebsausgaben.								
Allgemeine Verwaltung	Franken	8451	1400	4291	1826	2007	3626	472
Unterhalt und Aufsicht der Bahn	„	4736	2178	5913	2319	3653	1653	1985
Expeditions- und Zugsdienst	„	4786	9498	4071	6101	4893	6870	10677
Fahrdienst	„	4964	10998	4525	8654	5490	6237	999
Verschiedene Ausgaben	„	4257	4035	1559	6962	1459	1950	672
Im Ganzen	„	27194	28109	20359	25862	17502	20336	14805
Per Bahnkilometer	„	16996	33226	12528	31272	14452	25452	40231
Per Zugskilometer	„	3,13	1,40	2,45	4,50	0,93	0,74	1,26
In Prozenten der Betriebseinnahmen	Procent	40,26	61,39	85,47	58,97	105,44	59,27	70,91
Ueberschuss der Betriebseinnahmen.								
Im Ganzen	Franken	40358	17679	3461	17996	— 903	13973	6074
Per Bahnkilometer	„	25224	20897	2130	21761	— 745	17488	16505
Per Zugskilometer	„	4,65	0,88	0,42	3,13	— 0,05	0,51	0,51
In Prozenten der Betriebseinnahmen	Procent	59,74	38,61	14,53	41,03	— 5,44	40,73	29,09

Resultate.

schweiz. Eisenbahndepartements.

nehmungen.

Giessbach-bahn	Gütschbahn (Luzern)	Lausanne-Ouchy	Lauter-brunnen-Grütschalp	Luganer Drahtseil-bahn	Marzili-bahn (Bern)	Ragaz-Wartenst.	Rheineck-Walzen-hausen	Salvatore-bahn	St. Gallen-Mühleck	Stanser-hornbahn	Territet-Glion	Zürichberg-bahn
136400	162700	3125660	815421	164029	50469	221183	489651	579580	251838	1197145	531501	250470
26480	18045	338732	30029	24665	20000	38465	44660	33509	37144	298000	69223	19824
3120	343	4000	5220	50	373	2184	3275	2586	1105	1300	10085	8300
166000	181088	3469392	850670	188744	70842	261832	537586	615774	290087	1496445	610809	278594
505511	1138918	1410176	698989	776724	674686	340927	498132	404051	935764	412699	1090730	1599965
5072	20250	78588	4446	74914	98672	12304	13178	4064	59742	12226	21956	97996
811	1549	42328	2683	8877	4983	4676	8025	6124	8961	7836	6071	7987
1622	3098	72976	5366	17754	9966	9352	16050	6124	17922	14672	12142	15974
4866	6196	391136	10732	35508	19832	18704	32100	12248	35844	29344	24284	31948
—	—	29456	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4866	6196	420592	10732	35508	19832	18704	32100	12248	35844	29344	24284	31948
13,90	55,98	111,38	12,18	205,24	270,38	33,71	36,10	11,13	163,68	12,40	60,15	268,48
3,00	2,00	5,76	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
28808	109398	865050	44013	251905	156164	47068	61532	26741	225839	16342	154454	446741
9218	16738	1003413	53124	59701	15772	85772	74946	40299	67752	58831	85413	72819
28808	109398	559004	44013	251905	156164	47068	61532	26741	225839	16342	154454	446741
5,03	5,40	13,75	9,30	3,37	1,58	3,88	4,67	6,58	3,78	4,01	7,03	4,56
59,02	18,67	108705	922,00	202,80	—	20,00	302,96	—	359,80	50,0	668,50	99,45
18,80	2,86	120783	1112,85	48,40	—	15,20	369,00	—	107,04	180,00	369,73	16,21
59,02	18,67	67289	922,00	202,80	—	20,00	302,96	—	359,80	50,00	668,50	99,45
0,012	0,001	1,000	0,907	0,003	—	0,002	0,023	—	0,006	0,012	0,023	0,04
14143	31593	119084	92604	32558	10746	18358	25855	47121	25150	51489	107017	42612
590	75	109109	17616	1337	—	161	2385	—	900	2591	10320	328
—	1212	3148	35	700	297	346	69	2927	464	84	7517	1126
14733	32880	231291	110255	34590	11043	18865	28309	50048	26514	54164	124854	44066
46041	214902	128853	91346	145949	109339	24822	23242	33210	88380	15045	225776	270344
9,08	10,63	3,17	20,55	1,35	1,11	2,0	1,77	8,17	1,48	3,60	10,28	2,76
1,53	1,80	0,13	1,74	0,55	0,08	0,54	0,35	1,17	0,37	0,88	1,25	0,03
31,24	26,22	1,00	15,83	27,81	—	10,50	6,40	—	8,34	14,40	27,91	20,23
	1585	11652	5480	1139	448	2032	2643	4757	1315	1716	4671	4632
	2598	21577	6646	1939	1803	2407	2318	4563	2738	6891	5419	4058
8637	1883	49442	9895	8871	5598	1592	3204	2252	7352	9483	20675	6820
	5417	53935	3952	2908	533	1784	3485	10543	585	19912	7351	8309
	2251	9969	5726	3250	601	303	386	5103	815	10562	11268	2161
8637	13734	146575	31699	18097	8983	8118	11986	27218	12805	48064	49384	25980
26991	89765	81657	26262	76859	88941	10681	9841	18061	42683	13351	89302	159387
5,22	4,43	2,01	5,61	1,02	0,90	0,87	0,75	4,44	0,71	3,27	4,07	1,63
58,62	41,77	63,37	28,75	52,32	81,35	43,03	42,34	54,38	48,29	88,74	39,55	58,66
6096	19146	84716	78556	16493	2060	10747	16323	22830	13709	6100	75470	18086
19050	125137	47196	65084	69590	20396	14141	13401	15149	45697	1694	136474	110957
3,76	6,18	1,16	14,64	0,93	0,31	1,15	1,02	3,73	0,77	0,42	6,21	1,13
41,38	58,23	36,43	71,35	47,68	18,65	56,97	57,06	45,02	51,71	11,26	60,15	41,04

Marzilibahn in Bern.

Aeltere Construction mit drei Laufschienen.

Fig. 24.



Beatenbergbahn.

Aeltere Construction mit drei Laufschienen und einem Ballastkabel.

Fig. 39.



Neuveville - St. Pierre.

Neue Construction für Wasserlastbetrieb mit zwei Laufschienen und Zahnstange.

Fig. 25.



Schatzalpbahn in Davos.

Neue Construction für Motorbetrieb mit zwei Laufschienen ohne Zahnstange.



Fig. 31.

Schatzalpbahn in Davos.

Neuere Construction für Motorbetrieb mit zwei Laufschienen ohne Zahnstange.



Fig. 23.

Vevey-Pélerin (Motorbetrieb und ohne Zahnstange).

Gemauerter Unterbau vor der Oberbaulegung.

Fig. 18.



Vevey-Pélerin.

Gemauerter Unterbau mit vorgestrecktem Oberbau.

Fig 19.



Vevey-Pélerin.

Gemauerter Unterbau mit vorgestrecktem Oberbau.

Fig. 20.



Vevey-Pélerin.
Oberbaubettung vor dem Vergiessen der Rollschicht.
Fig. 21.



Vevey-Pélerin.
Fertiger Unterbau nach Vergiessung der Rollschicht.
Fig. 22.

